



**ANALISIS LITERASI SAINS MAHASISWA
PADA MATA KULIAH MIKROBIOLOGI
DI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Skripsi

Disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Biologi

Oleh

Brasti Nurhidayah

4401416012

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2020

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Analisis Literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang ” disusun oleh:

Nama : Brasti Nurhidayah

NIM : 4401416012

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang pada tanggal 01 Oktober 2020 dan disahkan oleh Panitia Ujian.

Panitia Ujian



Ketua

Dr. Sugianto, M. Si.
NIP. 196102191993031001

Sekretaris

Dr. dr. Nugrahaningsih W.H, M. Kcs.
NIP. 196907091998032001

Penguji I

Dr. Siti Alimah S.Pd., M.Pd.
NIP. 197411172005012002

Penguji II

Dr. Ir. Pramesti Dewi, M.Si.
NIP. 196509081989032001

Pembimbing

Prof. Dr. Siti Harnina Bintari, M.S.
NIP.196008141987102001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul "Analisis Literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang" disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini bebas dari plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan perundang-undangan.

Semarang, 22 Oktober 2020



[Handwritten Signature]
Zrasti Nurhidayah

4401416012

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- Man jadda wa jada “Siapa yang bersungguh-sungguh, ia akan berhasil”
- “Dan kami tinggikan bagimu sebutan (nama) mu, Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan” (Qs. Al- Insyirah : 4-6)

Persembahan

Karya ini dipersembahkan untuk:

1. Almamater tercinta, Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan tempat untuk mengenyam pendidikan tinggi.
2. Kedua orang tua saya yang paling Saya sayangi Bapak Bambang Suharto dan Ibu Siti Dyah Sunarti, sekaligus kakak tersayang yang selalu mendukung Arif Bakhtiar Ramandhani dan Rachma Haryanti.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “Analisis Literasi Sains Mahasiswa Pada Mata Kuliah Mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang” dapat diselesaikan. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada baginda Nabi Muhammad SAW. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan segala fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan masa studi S1 Jurusan Biologi FMIPA UNNES.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan izin dan kemudahan administrasi dalam melaksanakan penelitian.
3. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan administrasi selama perkuliahan.
4. Prof. Dr. Siti Harnina Bintari M.S. sebagai dosen pembimbing utama sekaligus dosen wali yang telah memberikan arahan, motivasi dan bimbingan dengan penuh kasih, ketulusan, dan kesabaran.
5. Dr.Siti Alimah S.Pd. M.Pd. sebagai dosen penguji pertama yang telah memberikan saran dan masukan yang sangat bermanfaat untuk penyempurnaan skripsi ini.
6. Dr. Ir. Pramesti Dewi., M.Si. sebagai dosen penguji kedua yang telah memberikan saran dan masukan yang sangat bermanfaat untuk penyempurnaan skripsi ini.
7. Bapak Ibu tenaga kependidikan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang.
8. Keluarga besar yang selalu mendukung baik dari segi moril dan materil untuk dapat menyelesaikan studi di Universitas Negeri Semarang

9. Seluruh responden penelitian yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membantu penelitian.
10. Sahabat seperjuangan Andre Putra Pratama, Ajeng Karima, Shella Oktaviana, Handri Ayu Mustika, Anita Citra Agustina, Diah Safitri dan Khakim Assidiqi Nur Hudaya yang selalu memberi semangat, dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman – teman rombel II Pendidikan Biologi 2016 yang telah menjadi tempat untuk belajar bersama di jurusan Biologi UNNES hingga menyelesaikan studi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, namun demikian penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Semarang, 22 Oktober 2020

Penulis

ABSTRAK

Nurhidayah, Brasti.(2020). *Analisis Literasi sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang*. Skripsi, Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Prof. Siti Harnina Bintari, M.S

Kata Kunci : literasi sains, mata kuliah mikrobiologi, pengetahuan, konteks dan kompetensi

Abad ke-21 ditandai oleh pesatnya perkembangan sains dan teknologi terutama teknologi informasi dan komunikasi. Literasi sains salah satu kemampuan yang dibutuhkan di era literasi digital, di mana pemahaman tentang konsep serta proses sains diperlukan seseorang untuk pengambilan sebuah keputusan dalam kehidupan sehari-hari. Ilmu sains mikrobiologi dekat dengan permasalahan sehari-hari dan menjadi salah satu kajian yang mendasari perkembangan sains dan teknologi. Tujuan dari penelitian mendeskripsikan kemampuan tingkat literasi sains mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang aspek pengetahuan, konteks dan kompetensi serta mendeskripsikan cara memperbaiki kemampuan literasi sains mahasiswa.

Metode Penelitian menggunakan deskriptif kuantitatif teknik survei. Responden penelitian sebanyak 178 Mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang yang sedang menempuh mata kuliah mikrobiologi semester genap tahun ajaran 2019/2020. Instrumen literasi sains berupa soal pilihan ganda berjumlah 45 butir soal yang dikembangkan seperti kerangka asesmen PISA 2018 dengan data pendukung observasi dan angket respon mahasiswa.

Hasil penelitian literasi sains mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang pada Mata Kuliah Mikrobiologi semester genap tahun ajaran 2019/2020 yang mendasari kerangka literasi sains PISA 2018 yang mengakomodasi aspek pengetahuan, konteks dan kompetensi secara gabungan, menampakkan rata-rata tingkat kategori cukup, yaitu sebesar 70,25%. Memperbaiki kemampuan literasi sains mahasiswa dengan cara mengembangkan Rencana Perkuliahan Semester (RPS) dan implementasinya serta mendorong keikutsertaan mahasiswa untuk mengikuti kegiatan ilmiah terkait bidang mikrobiologi/bioteknologi.

ABSTRACT

Nurhidayah, Brasti.(2020). *Biology Student's Analyse Scientific Literacy on Microbiology Subject in Universitas Negeri Semarang*. Skripsi, Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Prof. Siti Harnina Bintari, M.S
Kata Kunci : *scientific literacy*, microbiology subject, knowladge, context and competency

The 21st century is marked by the rapid development of science and technology, especially information and communication technology. Scientific literacy is one of the abilities needed in the digital literacy era, made people understanding of scientific concepts and processes is needed to make decisions in daily life. The science of microbiology that is close in daily issue and the microbiology is one of the underlying studies of scientific and technological development. The purpose of this study was to describe the abilities of students 'scientific literacy levels in the microbiology subject at Universitas Negeri Semarang in the aspects of knowledge, context and competency. After that to describe how to improve students' scientific literacy skills.

The research method is used descriptive quantitative with survey technique. Research respondents were 178 students of the Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Semarang who are currently taking microbiology courses in the even semester of the 2019/2020 academic year. The scientific literacy instrument is an evaluation tool for multiple choice questions totaling 45 items with supporting data for observation and student response questionnaires. The instrument of scientific literacy questions was developed based on the 2018 PISA assessment.

The results of this research is scientific literacy of students' Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Semarang in the microbiology subject even semester of the 2019/2020 academic year is based on framework scientific literacy PISA 2018 which one accommodate knowledge, context and competency, all of it that showed in the moderate category, that is amounts 70.25%. How to improve students' scientific literacy skills by developing a study plan as RPS and application and also participating students in microbiology or biotechnology related activites

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR BAGAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB	
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Penegasan Ilmiah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Kerangka Berpikir Penelitian	20
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	21
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	21
3.3 Desain Penelitian	21
3.4 Prosedur penelitian	22

3.5 Metode Pengumpulan Data	23
3.6 Instrumen Penelitian	23
3.7 Teknik Analisis Data	29
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kemampuan literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang	31
4.2 Cara Memperbaiki Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa.....	51
5. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan.....	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Data Peringkat Literasi Sains Indonesia	8
2.2 Tiga Aspek Kemampuan Literasi Sains	11
3. 1 Hasil Analisis Validasi Soal Uji Coba Tes Literasi Sains	24
3. 2 Rentang Tingkat Reliabilitas	25
3. 3 Klasifikasi Indeks Kesukaran Soal.....	26
3. 4 Hasil Tingkat Kesukaran Uji Coba Tes Literasi Sains.....	26
3. 5 Klasifikasi Perhitungan Daya Beda	27
3. 6 Hasil Uji Coba Daya Beda Literasi Sains	27
3. 7 Kisi-kisi Soal Literasi Sains Aspek Kompetensi	28
3. 8 Kisi-kisi Soal Literasi Sains Pada Aspek Pengetahuan.....	29
3.9 Kisi-kisi Soal Literasi Sains pada Aspek Konteks.....	29
3.10 Kriteria Literasi Sains Mahasiswa	30
4.1 Kemampuan Literasi Sains mahasiswa yang Menjawab Benar pada pada Setiap Butir Soal.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
4. 1 Diagram Capaian Literasi Sains Mahasiswa berdasarkan Nilai yang didapat pada Masing-masing Responden.....	33
4. 2 Grafik Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Aspek Pengetahuan	35
4. 3 Grafik Persentase Literasi Sains Mahasiswa Aspek Konteks	43
4. 4 Grafik Persentase Literasi Sains Mahasiswa Aspek Kompetensi	47

DAFTAR BAGAN

Bagan	Halaman
2. 1 Hubungan antara tiga aspek literasi sains	12
2. 2 Kerangka Berpikir Penelitian.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

1. Kisi-kisi Butir Soal Literasi Sains.....	63
2. Instrumen Soal Literasi Sains Mahasiswa Materi Teori dan Praktikum.....	79
3. Kunci Jawaban Instrumen Literasi Sains Mahasiswa	113
4. Hasil Uji Validitas, Reabilitas, Daya Beda, Tingkat Kesukaran Soal Instrumen Tes Literasi Sains Mahasiswa	114
5 Hasil Rekap Analisis Butir Soal Intrumen Literasi Sains yang digunakan ambil data (Materi teori dan Praktikum)	118
6. Daftar Responden Pengukuran Literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi	120
7 Persentase Nilai Literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi pada Setiap Responden	125
8 Tabel Persentase Mahasiswa yang Menjawab Benar pada Setiap Butir Soal..	130
9. Persentase Literasi Sains Mikrobiologi Aspek Pengetahuan	131
10. Presentasi Literasi Sains mikrobiologi Aspek Konteks	133
11. Persentase Literasi Sains Mahasiswa Aspek Kompetensi	134
12. Lembar Angket Respon Mahasiswa.....	137
13. Dokumentasi Observasi perkuliahan secara Daring	140
14. Dokumentasi Observasi Perkuliahan secara langsung	144

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Abad ke-21 ditandai oleh pesatnya perkembangan sains dan teknologi dalam bidang kehidupan di masyarakat, terutama teknologi informasi dan komunikasi. Literasi sains salah satu kemampuan yang dibutuhkan di era literasi digital, dimana pemahaman tentang konsep serta proses sains diperlukan seseorang untuk pengambilan keputusan pribadi, berpartisipasi dalam urusan sosial-budaya, dan produktivitas ekonomi. Literasi sains hal yang penting untuk masyarakat modern yang sangat bergantung pada teknologi dan banyak bersinggungan dengan isu sains (Turiman *et al.*, 2012). Individu yang literat sains mampu memilah informasi lebih banyak, individu dapat membuat keputusan yang lebih berdasar.

Individu dapat mengenali bahwa sains dan teknologi adalah sumber solusi, namun dapat juga melihat sains dan teknologi sebagai sumber risiko. Oleh karena itu, individu harus mampu mempertimbangkan manfaat potensial dan risiko dari penggunaan sains dan teknologi untuk diri sendiri dan masyarakat. Literasi sains tidak hanya membutuhkan pengetahuan tentang konsep dan teori sains, tetapi juga pengetahuan tentang prosedur umum dan praktik terkait dengan inkuiri saintifik dan bagaimana memajukan sains itu sendiri (OECD,2016). Berdasarkan alasan tersebut, literasi sains dianggap menjadi kompetensi kunci yang sangat penting untuk membangun kesejahteraan manusia di masa sekarang dan masa depan (Kemendikbud, 2017).

Perguruan tinggi ikut berperan dalam mengenalkan dan meningkatkan level literasi sains di masyarakat salah satunya memberi bekal terhadap mahasiswa bagaimana mengaplikasikan ilmu sains dasar dan teknologi dalam kehidupan bermasyarakat. Perguruan Tinggi memiliki fungsi yang di atur dalam Undang-Undang (UU) nomor 12 tahun 2012 yang salah satunya mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dan menerapkan nilai humaniora. Fungsi perguruan tinggi sesuai dengan tujuan literasi sains menurut Singh (2016) bahwa Individu yang memiliki literasi sains mampu menghubungkan antara sains dan masyarakat,

memahami metode dan proses sains, memiliki pengetahuan konsep sains dasar dan penerapan teknologi serta mengetahui interaksinya antara sains dan humaniora. Universitas Negeri Semarang (UNNES) merupakan Institusi Pendidikan yang ikut menerapkan fungsi Perguruan Tinggi menurut UU.

UNNES merupakan Perguruan Tinggi Negeri yang memiliki Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang salah satunya terdapat jurusan Biologi. Mikrobiologi merupakan mata kuliah wajib mahasiswa biologi, karena mata kuliah mikrobiologi sebagai ilmu dasar dan aplikasi untuk mempelajari mata kuliah selanjutnya yang lebih kompleks. Mikrobiologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari organisme hidup yang berukuran mikroskopis, dalam hal ini dunia mikroba yang terdiri atas lima kelompok yaitu bakteri, protozoa, virus, algae dan cendawan (Pelczar *et al.*, 1986). Mikrobiologi menjadi pusat untuk mempelajari ilmu kehidupan melalui biokimia, genetika, evolusi dan biologi molekuler (Hamdiyanti *et al.*, 2016). Dewasa ini mikrobiologi merupakan kajian yang mendasari perkembangan sains dan teknologi, terutama dalam perkembangan bioteknologi modern, rekayasa genetika, dan bioproses (Kusnadi *et al.*, 2012). Oleh karena itu, mikrobiologi merupakan salah satu bidang ilmu dalam biologi yang harus dipahami mahasiswa biologi dimana menjadi calon ilmuwan maupun guru sains di masa yang akan datang.

Usaha yang dilakukan dalam rangka memahami berbagai komponen literasi sains salah satunya dengan cara menyelidiki komponen literasi dalam berbagai mata pelajaran (Shwartz *et al.*, 2006) seperti literasi biologi. Menurut Klymkowsky *et al.* (2003) literasi biologi lebih berdampak langsung dalam kehidupan pribadi seseorang. jika dilihat kelompok ilmu yang dijadikan penciri kemajuan sains dan teknologi abad ke -21 ini yaitu ilmu biologi seperti *bio-molecular* dan *nano-science* (Wijaya *et al.*, 2016). Mata kuliah yang mendukung ilmu dasar mahasiswa untuk menjadi ahli dalam bidang bioteknologi yang mengerti *bio-molecular* salah satunya yaitu ilmu mikrobiologi.

Mikrobiologi banyak terkait dengan kehidupan sehari-hari, juga dapat dihubungkan dengan aspek kecakapan hidup (*life skill*), seperti contohnya adalah kemunculan keterampilan spesifik Laboratorium Mikrobiologi yaitu keterampilan

bekerja aseptik, keterampilan mengisolasi mikroba, sterilisasi, dan menggunakan mikroskop (Kusnadi *et al.*, 2012). Oleh karena itu, literasi sains mikrobiologi diperlukan peserta didik. Jika terdapat pengertian literasi sains biologi didefinisikan sebagai pemahaman prinsip biologi dan aplikasinya ketika membaca sebuah berita, diskusi, mencari informasi yang valid, menginterpretasikan tabel dan gambar, serta membuat keputusan secara pribadi maupun bersama-sama (Demastes & Wandersee, 1992; Hamdiyanti *et al.*, 2016). Maka literasi sains mikrobiologi yaitu pemahaman prinsip pengetahuan mikrobiologi dan aplikasinya ketika membaca sebuah berita, diskusi, mencari informasi yang valid, menginterpretasikan tabel dan gambar, serta mampu membuat keputusan pribadi maupun bersama-sama. Literasi sains mikrobiologi berperan penting saat ini dan masa yang akan datang sebagai bekal mahasiswa membentuk kompetensi yang memiliki pengetahuan yang peka terhadap penyelesaian masalah terkait konteks isu permasalahan mikrobiologi dalam kehidupan sehari-hari.

Melihat pentingnya ilmu mikrobiologi dalam kehidupan sehari-hari baik secara pribadi maupun sosial dalam menyelesaikan masalah dan isu yang berkembang di masyarakat. Mahasiswa biologi sebagai calon ilmuwan dan guru sains yang hadir di masyarakat perlu memiliki kemampuan literasi sains mikrobiologi, sehingga perlu adanya penelitian untuk mengukur kemampuan literasi sains mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang. Maka dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi Di Universitas Negeri Semarang”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang di ajukan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana kemampuan literasi sains mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang Aspek pengetahuan, konteks dan kompetensi?
2. Bagaimana cara memperbaiki kemampuan literasi sains mahasiswa jika kemampuan literasi sains mahasiswa masih kurang?

1.3 Penegasan Ilmiah

1.3.1 Literasi sains Mahasiswa

Literasi sains menurut *National Research Council* (1996) yaitu suatu kemampuan pemahaman terhadap kesatuan konsep-konsep dalam proses sains, dengan mengaplikasikan sains dalam kehidupan sehari-hari. Seorang yang dikatakan memiliki literasi sains menurut OECD (2019) yaitu seorang yang bersedia terlibat dalam penalaran mengenai sains dan teknologi yang diminta memiliki kompetensi mampu menjelaskan fenomena secara ilmiah; Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah; Intepretasi data dan memberikan bukti ilmiah. Literasi sains mahasiswa yang di ukur dalam penelitian ini adalah kemampuan literasi sains pada mata kuliah mikrobiologi yang memiliki pengertian sebagai berikut; pemahaman prinsip pengetahuan mikrobiologi dan aplikasinya ketika membaca sebuah berita, diskusi, mencari informasi yang valid, menginterpretasikan Tabel dan gambar, serta mampu membuat keputusan pribadi maupun bersama-sama.

Instrumen tes yang digunakan yaitu soal pilihan ganda yang berisi artikel ilmiah terkait topik bakteri mengenai materi teori dan praktikum (proses sains) untuk mengukur aspek pengetahuan, konteks dan kompetensi yang mendasari seperti kerangka literasi sains PISA 2018. Survei dilakukan pada mahasiswa yang sedang melaksanakan mata kuliah mikrobiologi semester genap tahun 2019/2020. Survei dilakukan melalui soal secara daring melalui *google form*. Data pendukung berupa observasi dan angket respon siswa.

1.3.2 Mata Kuliah Mikrobiologi

Mikrobiologi adalah cabang ilmu Biologi yang mempelajari organisme hidup yang berukuran mikroskopis, dalam hal ini dunia mikroba yang terdiri atas lima kelompok yaitu bakteri, protozoa, virus, algae dan cendawan (Pelczar *et al.* 1986). Ilmu mikrobiologi yang digunakan untuk mengukur kemampuan literasi sains pada penelitian spesifik pada kajian terkait mikroorganisme bakteri.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mendeskripsikan kemampuan literasi sains mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi di Universitas Negeri Semarrang aspek pengetahuan, konteks dan kompetensi.
2. Mendeskripsikan cara memperbaiki kemampuan literasi sains mahasiswa jika kemampuan literasi sains mahasiswa masih kurang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat bagi Institusi

Memberikan informasi gambaran kemampuan tingkat literasi sains mahasiswa jurusan biologi pada mata kuliah mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang pada semester genap tahun ajaran 2019/2020 sebagai sarana evaluasi perkuliahan.

2. Manfaat bagi Pembaca

Memberikan informasi kemampuan literasi sains mahasiswa dan upaya memperbaikanya yang dapat digunakan sebagai referensi pengetahuan.

3. Manfaat bagi Peneliti

Penelitian ini sebagai sarana pengembangan penalaran ilmiah dalam menyusun instrumen literasi sains sebagai bekal dikemudian hari.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Literasi Sains

Literasi sains telah digunakan lebih dari empat dekade, pertama kali dikenalkan oleh Paul deHart Hurd pada tahun 1958, istilah ini awalnya digunakan untuk menjelaskan pemahaman sains dalam konteks pengalaman sosial (Halbrook dan Ramnikmae, 2009). Literasi sains merupakan kemampuan dalam upaya memahami sains, mengkomunikasikan sains, serta menerapkan kemampuan sains untuk dapat memecahkan masalah (Yuliati, 2017). Literasi sains menurut *National Research Council* (1996) yaitu suatu kemampuan pemahaman terhadap kesatuan konsep-konsep dalam proses sains, dengan mengaplikasikan sains dalam kehidupan sehari-hari. Pengertian literasi sains menurut Nemeth & Korom (2012) bahwa literasi sains didefinisikan sebagai pengetahuan operasional yang dapat digunakan dalam berbagai situasi yang memungkinkan seseorang untuk memecahkan masalah dunia nyata. Pengertian literasi sains menurut Turiman (2012) adalah pemahaman tentang konsep serta proses sains diperlukan seseorang untuk pengambilan keputusan pribadi, berpartisipasi dalam urusan sosial-budaya, dan produktivitas ekonomi.

Definisi umum literasi sains yaitu dianggap sebagai kombinasi dari kedua wawasan yang berkaitan dengan pengetahuan sains dan keterampilan proses sains, seperti penyelidikan, pemikiran kritis, penyelesaian masalah dan pengambilan keputusan. Definisi ini membutuhkan orang yang melek literasi sains untuk dapat memahami sains, sifat pengetahuan ilmiah dan hubungan sains dengan masyarakat dan lingkungan untuk mengetahui konsep dasar ilmiah, hukum, teori dan prinsip. Literasi sains menurut PISA (2015) kemampuan untuk terlibat dalam masalah yang berhubungan dengan sains dan bersedia untuk terlibat dalam permasalahan sains serta mampu mengemukakan ide-ide ilmu pengetahuan, sehingga menjadi masyarakat yang reflektif. Manusia yang dikatakan *literate* terhadap sains, akan bersedia untuk terlibat dalam hal-hal yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan dan

teknologi sehingga memerlukan kompetensi untuk menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah serta menginterpretasikan data dan bukti ilmiah (OECD,2013).

Individu yang memiliki literasi sains menurut Singh (2016) yaitu yang mengerti hubungan antara sains dan masyarakat, memahami metode dan proses sains, memiliki pengetahuan konsep sains dasar dan penerapan teknologi serta mengetahui interaksinya antara sains dan humaniora. Perkembangan lebih lanjut mengenai definisi literasi sains menurut OECD (2019) literasi sains didefinisikan dalam hal kemampuan untuk menggunakan pengetahuan dan informasi secara interaktif, dengan kata lain literasi sains mencakup pemahaman tentang bagaimana pengetahuan itu mengubah cara seseorang dapat berinteraksi dengan dunia dan bagaimana pengetahuan bisa digunakan untuk mencapai tujuan yang lebih luas.

Literasi sains mahasiswa menurut Impey (2013) dipengaruhi oleh pesatnya perkembangan teknologi informasi salah satunya internet, karena internet dengan cepat menjadi sumber informasi utama bagi setiap orang yang tertarik terhadap sains. Peserta didik tidak lagi mendapatkan informasi hanya dari ruang kelas, oleh sebab itu pendidik dan pembuat kebijakan perlu memutuskan aspek pengetahuan sains dan proses sains yang penting untuk mahasiswa ketahui. Impey mengatakan bahwa pendidik perguruan tinggi bekesempatan lebih baik mempersiapkan lulusan yang mampu berpartisipasi di kehidupan masyarakat luas melalui pemanfaatan sains dan teknologi.

Indonesia mengikut ajang perlombaan internasional berupa kemampuan literasi peserta didik yang di adakan PISA (*Programme for International Student Assessment*) oleh OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*). Salah satunya PISA mengukur kemampuan literasi sains. Data peringkat peserta didik Indonesia tahun 2000-2018 disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Data Peringkat Literasi Sains Indonesia

Tahun PISA	Skor Rata-rata Indonesia	Peringkat Indonesia	Jumlah Negara Peserta Studi
2006	393	50	57
2009	383	60	65
2012	382	64	65
2015**	403	62	70
2018***	396	73	78

(Sumber: Shofiyah, 2015)

*sumber: (OECD 2016)

**sumber : (OECD 2019)

Data pada Tabel 2.1 dapat dilihat bahwa kemampuan literasi peserta didik di Indonesia masih rendah. Dari tahun 2000 hingga tahun 2012 skor rata-rata literasi sains peserta didik Indonesia tidak stabil dan cenderung menurun. Terdapat kenaikan ditahun 2015 akan tetapi semakin menurun pada tahun 2018.

2.1.2 Tujuan dan pentingnya literasi sains

Tujuan pelaksanaan evaluasi pendidikan oleh OECD melalui PISA adalah memperbaiki kualitas pendidikan. Perbaikan kualitas pendidikan akan berpengaruh pada tingkat ekonomi negara-negara anggota. Seperti yang kita ketahui negara-negara yang memiliki prestasi yang baik pada evaluasi PISA rata-rata memiliki perekonomian dan teknologi yang maju (Winata *et al.*, 2016). Literasi sains penting di integrasikan pada proses pembelajaran pada pendidikan di abad ke-21. Hal ini karena tujuan Pendidikan sains adalah meningkatkan kompetensi peserta didik untuk dapat memenuhi kebutuhan hidupnya dalam berbagai situasi termasuk dalam menghadapi berbagai tantangan hidup di era global. Melalui literasi sains, peserta didik akan mampu belajar lebih maju dan hidup di masyarakat modern yang banyak dipengaruhi oleh perkembangan sains dan teknologi. Diharapkan peserta didik

memiliki kepekaan dalam menyelesaikan permasalahan global karena menawarkan penyelesaian terkait masalah tersebut (Yulianti,2017).

Literasi sains penting dikembangkan menurut *National Research Council* (1996) karena: (1) pemahaman terhadap sains menawarkan kepuasan dan kesenangan pribadi yang muncul setelah memahami dan mempelajari alam; (2) dalam kehidupan sehari-hari, setiap orang membutuhkan informasi dan berpikir ilmiah untuk pengambilan keputusan; (3) setiap orang perlu melibatkan kemampuan mereka dalam wacana publik dan debat mengenai isu-isu penting yang melibatkan sains dan teknologi; (4) dan literasi sains penting dalam dunia kerja, karena makin banyak pekerjaan yang membutuhkan keterampilan-keterampilan yang tinggi, sehingga mengharuskan orang-orang belajar sains, bernalar, berpikir secara kreatif, membuat keputusan, dan memecahkan masalah.

Keterampilan literasi sains harus dimiliki oleh seseorang dalam menjalankan segala aktivitas. Abad ke-21 yang dikenal sebagai abad pengetahuan (*knowledge age*). Ilmu pengetahuan menjadi peran penting dan mendominasi dalam kehidupan bermasyarakat (Wijaya *et al.*, 2016). Ilmu akan memiliki dampak yang besar pada kualitas kehidupan pribadi, lingkungan, dan ekonomi dunia, sehingga diharapkan peserta didik memiliki literasi sains yang tinggi (Glynn & Muth, 1994). Melalui literasi sains, peserta didik mampu mengimbangi laju perkembangan Ilmu pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) (Dani,2009).

2.1.3 Literasi sains mahasiswa

Hasil penelitian literasi sains mahasiswa yang ditemukan Shofiyah (2015) literasi sains mahasiswa pendidikan IPA secara keseluruhan kemampuan literasi sains termasuk dalam kategori nominal, dimana mahasiswa dapat menjawab persoalan-persoalan yang diberikan tetapi tidak dapat memberikan penjelasan secara ilmiah bahkan mengalami miskonsepsi. Beberapa faktor yang menjadi penyebab antara lain mahasiswa belum terbiasa dalam menyelesaikan tes atau masalah yang berhubungan dengan keterampilan proses sains yang merupakan bagian utama literasi sains.

Hasil penelitian Winata *et al.* (2016) mendeskripsikan literasi mahasiswa pada konsep IPA menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains mahasiswa yang lebih tinggi adalah indikator melakukan penelusuran literatur yang efektif dengan presentase sebesar 40,15% dan kemampuan literasi sains lebih rendah adalah memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk statistik dasar dengan presentase sebesar 6,82%. Pada hasil penelitiannya juga mengatakan ketidakmampuan mahasiswa dalam menjelaskan fenomena ilmiah dan menggunakan bukti ilmiah.

Berdasarkan hasil penelitian Probosari *et al.* (2016) bahwa inkuiri berjenjang terhadap literasi mahasiswa calon guru biologi memberi dampak positif. Dilihat dari hasil tugas menulis ilmiah terlihat lebih luwes dalam menggunakan bahasa ilmiah dan menggunakan kalimat dengan tingkat kognitif yang lebih tinggi. Ia mengatakan bahwa keberhasilan inkuiri ini tidak lepas dari pengetahuan awal mahasiswa sebelumnya, mahasiswa yang rajin membaca artikel ilmiah dan sumber belajar lain cenderung lebih berhasil dibandingkan dengan yang tidak, termasuk keterampilan berargumentasi. Berdasarkan hasil penelitian Ikhsanudin (2018) bahwa faktor yang mempengaruhi kemampuan literasi sains mahasiswa calon guru IPA yaitu dipengaruhi oleh (1) kebiasaan melakukan praktikum; (2) kurangnya pengetahuan konsep sains mahasiswa calon guru IPA; (3) minat mahasiswa calon guru IPA terhadap sains; (4) pengalaman mengerjakan instrumen evaluasi berbasis literasi sains; (5) metode pembelajaran yang digunakan dalam praktikum IPA.

2.1.4 Penilaian Literasi Sains

PISA pertama kali diselenggarakan pada tahun 2000 untuk membantu negara-negara dalam mempersiapkan sumber daya manusia agar memiliki kompetensi yang sesuai dengan yang diharapkan dalam pasar internasional (Pratiwi, 2019). Penilaian literasi sains berdasarkan *Program for International Student assessment* (PISA) terkait literasi sains dalam penelitian ini mendeskripsikan tipe konteks, pengetahuan dan kompetensi yang direfleksikan dalam penugasan bahwa PISA digunakan untuk mengukur literasi saintifik (OECD, 2019).

Penilaian literasi sains menurut Yulianti (2017) bahwa penilaian literasi sains tidak semata-mata berupa pengukuran tingkat pemahaman terhadap pengetahuan sains tetapi juga pemahaman terhadap berbagai aspek proses sains. Kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dan proses sains dalam situasi nyata yang dihadapi peserta didik, ini berarti bahwa penilaian literasi sains tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi sains akan tetapi juga pada penguasaan kecakapan hidup seperti kemampuan berpikir dan kemampuan dalam melakukan proses-proses sains.

Setiap item soal literasi sains oleh PISA tidak secara khusus membatasi cakupan konten sains hanya pada pengetahuan yang menjadi materi kurikulum sains di sekolah, tetapi termasuk pula pengetahuan yang dapat diperoleh melalui sumber-sumber informasi lain yang tersedia. Dalam hal ini disesuaikan dengan konteks nyata dan tidak terbatas pada lingkup kelas dan sekolah (Shofiyah,2015). Proses sains dalam PISA mengkaji kemampuan peserta didik untuk menggunakan pengetahuan dan pemahaman ilmiah, seperti kemampuan peserta didik untuk mencari, menafsirkan dan memperlakukan bukti-bukti (Toharudin,2011). PISA menilai kompetensi dan pengetahuan dalam konteks tertentu, konteks ini telah dipilih sehubungan dengan relevansinya dengan minat dan kehidupan peserta didik (Nemeth & Korom,2012).

Untuk tujuan penilaian, mengikuti definisi PISA 2018 literasi sains dapat di karakteristikkan terdiri atas tiga aspek yang saling berkaitan:

Tabel 2. 2 Tiga aspek kemampuan literasi sains

Knteks	Isu personal, nasional dan global. Baik saat ini maupun sejarah, yang menuntut pemahaman akan ilmu pengetahuan dan teknologi.
Pengetahuan	Pemahaman tentang fakta-fakta utama, konsep dan teori penjelas yang membentuk dasar pengetahuan ilmiah. Pengetahuan semacam itu mencakup tentang alam maupun artifak teknologi (pengetahuan konten), pengetahuan tentang bagaimana ide-ide seperti itu dihasilkan (pengetahuan prosedural),

suatu pemahaman tentang rasionalisasi yang mendasari untuk prosedur dan pembenaran terhadap yang di gunakan (**pengetahuan epistemik**).

Kompetensi Kemampuan untuk menjelaskan fenomena ilmiah ,
Mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah, dan
Menginterpretasikan data dan bukti ilmiah

Sumber : PISA 2018 *Science Framework* (OECD, 2019)

Berikut antar hubungan antara tiga aspek literasi sains yang saling berhubungan :



Bagan 2. 1 Hubungan antara tiga aspek literasi sains

Sumber : PISA 2018 *Science Framework* (OECD, 2019)

2.1.4.1 Aspek Konteks

Program PISA OECD menggunakan taksonomi dua dimensi. Salah satu aspek membangun konteks tugas disediakan oleh yang bersangkutan topik dalam sains dan teknologi dan masalah saat ini terkait dengan kesehatan, sumber daya alam, lingkungan dan bahaya serta batasan sains dan teknologi. Aspek kedua membangun konteks tugas diberikan oleh situasi yang mewakili masalah yang terkait dengan masalah pribadi (diri, keluarga, kelompok sebaya), sosial (komunitas), atau masalah di seluruh dunia (Nemeth & Korom, 2012).

Pada PISA 2018 tidak menilai aspek konteks, melainkan menilai aspek pengetahuan dan kompetensi yang item penilaiannya di bingkai dalam konteks permasalahan kehidupan sehari-hari. Namun, item penilaian PISA tidak terbatas

pada konteks sains sekolah. Item dalam PISA 2018 penilaian sains dapat berhubungan dengan diri, keluarga dan kelompok sebaya (pribadi), dengan masyarakat (lokal dan nasional) atau dengan kehidupan di seluruh dunia (global). Konteksnya melibatkan teknologi atau, dalam beberapa kasus, elemen historis yang dapat digunakan untuk menilai pemahaman peserta didik tentang proses dan praktik yang terlibat dalam memajukan pengetahuan ilmiah (OECD, 2019).

2.1.4.2 Aspek Pengetahuan

Aspek pengetahuan berdasarkan PISA 2018 dibagi kedalam pengetahuan konten, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan epistemik serta pada asesmen pengetahuan juga di ukur berdasarkan dimensi pengetahuan yaitu tingkat atau level permintaan kognitif dalam asesmen literasi sains dan memenuhi semua dari tiga kompetensi pada framework PISA yang di kategorikan pada level *Low*, *Medium* dan *High* (OECD,2019).

Menurut Nemeth & Korom (2012) bahwa dalam program PISA, domain kognitif dari pengetahuan diukur yang termasuk kedalam sistem kompetensi. Domain ini mencantumkan kegiatan seperti Menafsirkan konsep, fenomena, dan bukti ilmiah; Menggambar atau mengevaluasi kesimpulan; dan Memahami investigasi ilmiah. Di dalam kerangka kerja, literasi sains sebagai pengetahuan yang berlaku ditandai dengan jawaban atas pertanyaan seperti "Bagaimana tahu?", "Apa yang harus dapat dilakukan?". Perilaku yang diinginkan diatur dalam sistem hierarkis berdasarkan berbagai taksonomi kognitif. Dalam standar kurikulum dan penilaian, aktivitas kognitif biasanya ditandai dengan versi taksonomi Bloom yang direvisi dan diperbaiki dan dengan model kompetensi.

2.1.4.2.1 Pengetahuan Konten

Penting bahwa kriteria yang jelas digunakan untuk memandu pemilihan pengetahuan yang dinilai. Pengetahuan konten yang dinilai PISA dipilih dari bidang utama fisika, kimia, biologi, dan ilmu bumi dan ruang dengan aturan apakah relevan dengan situasi kehidupan nyata; serta merupakan konsep ilmiah penting atau teori penjelasan utama yang memiliki kegunaan yang bertahan lama (OECD, 2019).

2.1.4.2.2 *Pengetahuan Prosedural*

Pengetahuan tentang konsep dan prosedur standar inilah yang penting bagi penyelidikan ilmiah yang mendukung pengumpulan, analisis, dan interpretasi data ilmiah, gagasan semacam itu membentuk badan pengetahuan prosedural, yang juga disebut "konsep bukti" (OECD, 2019).

2.1.4.2.3 *Pengetahuan Epistemik*

Pengetahuan epistemik adalah pengetahuan tentang konstruksi dan mendefinisikan fitur yang penting untuk proses membangun pengetahuan dalam sains (mis. Hipotesis, teori dan pengamatan) dan perannya dalam membenarkan pengetahuan yang dihasilkan oleh sains (OECD, 2019).

2.1.4.3 *Aspek Kompetensi*

Kelompok besar ketiga pendekatan literasi sains menekankan kompleksitas literasi sains, dan sifat kompleks dari pengetahuan yang diperlukan untuk pemecahan masalah salah satu literasi berbasis kompetensi yang paling terkenal dan paling efektif model dikembangkan oleh program PISA OECD (Nemeth & Korom, 2012).

Menurut PISA 2018 seseorang yang memiliki literasi sains adalah yang seseorang yang bersedia untuk terlibat mengenai ilmu pengetahuan dan teknologi yang diminta harus memiliki kemampuan tiga kompetensi pertama yaitu menjelaskan fenomena ilmiah dengan mengenali, menawarkan dan mengevaluasi penjelasan untuk berbagi fenomena alam dan teknologi, kedua kompetensi evaluasi dan mendesain penyelidikan ilmiah yaitu menggambarkan dan menilai penyelidikan ilmiah dan menawarkan cara menangani pertanyaan ilmiah, serta yang ketiga yaitu menginterpretasikan data dan bukti ilmiah dengan menganalisis dan mengevaluasi data, klaim dan argumen dapat bermacam-macam pengulangan dan menarik kesimpulan ilmiah secara tepat (OECD, 2019).

Semua kompetensi membutuhkan pengetahuan, seperti indikator menjelaskan fenomena ilmiah dan teknologi menuntut pengetahuan isi sains yang disebut sebagai pengetahuan konten. Kompetensi kedua dan ketiga, membutuhkan

lebih dari sekedar pengetahuan konten, akan tetapi membutuhkan pengetahuan prosedural yang mendasari beragam metode dan praktik untuk membangun pengetahuan ilmiah serta membutuhkan pengetahuan epistemik, yaitu pemahaman tentang alasan praktik umum penyelidikan ilmiah, status klaim yang dihasilkan dan makna istilah mendasar seperti teori, hipotesis dan data (OECD, 2019).

2.1.4.3.1 Menjelaskan Fenomena Ilmiah

Sains telah berhasil mengembangkan serangkaian teori penjelas yang telah mengubah pemahaman kita tentang alam. Kompetensi untuk menjelaskan fenomena ilmiah dan teknologi dengan demikian tergantung pada pengetahuan tentang ide-ide penjelasan ilmiah yang utama. Fenomena ilmiah membutuhkan lebih dari sekedar kemampuan untuk mengingat dan menggunakan teori, ide penjelasan, informasi, dan fakta (pengetahuan konten). Menawarkan penjelasan ilmiah juga membutuhkan pemahaman tentang bagaimana pengetahuan menjelaskan tersebut telah diturunkan dan tingkat kepercayaan yang dapat dimiliki seseorang tentang klaim ilmiah apa pun (OECD, 2018).

2.1.4.3.2 Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah

Literasi sains mengharuskan peserta didik untuk memiliki beberapa pemahaman tentang tujuan penyelidikan ilmiah, yaitu untuk menghasilkan pengetahuan yang dapat diandalkan tentang pengetahuan alam. Data diperoleh dengan observasi dan eksperimen, baik di laboratorium atau di lapangan, mengarah pada pengembangan model dan hipotesis penjelasan yang memungkinkan prediksi yang kemudian dapat diuji secara eksperimental (OECD, 2018).

2.1.4.3.3 Menginterpretasikan Data dan Bukti Ilmiah

Menafsirkan data adalah kegiatan inti bagi semua ilmuwan. Biasanya dimulai dengan mencari pola, mungkin melalui membangun Tabel sederhana atau visualisasi grafis. Setiap hubungan atau pola dalam data harus dibaca menggunakan pengetahuan tentang pola standar pengukuran. Individu yang melek secara ilmiah harus dapat menilai apakah prosedur ini tepat dan apakah klaim berikutnya dibenarkan. Kompetensi ini juga termasuk mengakses informasi ilmiah,

menghasilkan dan mengevaluasi argumen dan kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah (OECD,2018).

2.1.5 Pendidikan Sains dalam Literasi Sains

Pendidikan menjadi peran penting dalam menentukan kesuksesan kehidupan peserta didik. Pengertian Pendidikan menurut UU no. 12 tahun 2012 yaitu Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara. Sedangkan pengertian sains membentuk pola pikir, perilaku, dan membangun karakter manusia untuk peduli dan bertanggung jawab terhadap dirinya, masyarakat dan alam semesta, inilah yang disebut literasi sains (Kemendikbud,2017). Perguruan Tinggi memiliki fungsi yang di atur dalam Undang-Undang Nomor (UU) 12 tahun 2012 yang salah satunya mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dan menerapkan nilai humaniora.

Pendidikan sains diharapkan mampu membentuk peserta didik melek sains dan teknologi seutuhnya, oleh karena itu dibutuhkan pendidikan sains. Pendidikan sains bertanggung jawab dan berperan penting dalam menghasilkan dan membentuk seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis, logis, kreatif, inovatif, dan berdaya saing global, serta diharapkan menjadi pondasi utama mengenal sains secara kontekstual dan mengimplementasikannya dalam kehidupan sehari-hari (Abidin, 2017). Pendidikan sains dalam pembelajaran dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik adalah dengan menerapkan pembelajaran sains yang mengedepankan pada pengembangan sikap, gagasan, dan keterampilan proses sains yang menekankan pada kegiatan inkuiri ilmiah, dengan pembelajaran seperti itu maka akan meningkatkan antusiasme, minat, dan kekaguman siswa akan sains (Yulianti, 2017).

Di dunia internasional literasi sains menjadi tujuan utama dari Pendidikan sains di abad ke -21 (Juma, 2015). Menurut Halbrook & Rannikmae (2009) mengatakan bahwa literasi sains melalui pendidikan sains adalah mengembangkan sebuah kemampuan dengan kreatifitas menggunakan pengetahuan ilmiah sebagai

bukti dasar dan keahlian, terutama dengan hubungan kehidupan sehari-hari dan capaian karir, serta mampu menyelesaikan secara pribadi masalah ilmiah yang menantang namun bermakna dan membuat putusan dari isu sosio-saintifik secara bertanggung jawab.

Salah satu tujuan dari pendidikan sains adalah populasi yang melek literasi sains. Orang saat ini menerima lebih banyak informasi dan menerima lebih cepat dari sebelumnya, tidak semua informasi yang beredar benar, setiap orang perlu untuk membuat keputusan tentang apa yang mereka yakini dengan ilmu pengetahuan atau sains. Literasi sains dapat berperan penting dalam membantu seseorang membuat keputusan yang sesuai. tiga dimensi literasi sains yaitu pemahaman tentang norma-norma dan metode sains (yaitu sifat sains); pemahaman tentang istilah dan konsep ilmiah kunci; dan pemahaman tentang dampak sains dan teknologi pada masyarakat (Saribas, 2015).

Literasi sains hal yang penting untuk masyarakat modern yang sangat bergantung pada teknologi dan banyak bersinggungan dengan isu sains (Turiman *et al.*, 2012). Model pembelajaran yang diterapkan oleh pendidik memberi dampak pada kemampuan peserta didik salah satunya yaitu model diskusi isu sosio-saintifik atau disebut *socio scientific issue based discussion* berpotensi memengaruhi kemampuan literasi sains mahasiswa (Rahmasiwi *et al.*, 2018). Penelitian Anagun & Ozden (2010) juga mengatakan menggunakan masalah sosial-saintifik dalam pembelajaran sains dan teknologi dapat mendukung pengembangan literasi ilmiah dan pengambilan keputusan mahasiswa dan keterampilan inkuiri. Perkuliahan menggunakan isu sosio-saintifik memperkaya lingkungan belajar dan meningkatkan minat terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi.

2.1.6 Mata Kuliah Mikrobiologi

2.1.6.1 Bidang Mikrobiologi

Mikrobiologi berasal dari kata dalam Bahasa Yunani yaitu *mikros* artinya kecil, *bios* artinya hidup, dan *logos* artinya ilmu. Mikrobiologi adalah cabang ilmu Biologi yang mempelajari organisme hidup yang berukuran mikroskopis, dalam hal ini dunia mikroba yang terdiri atas lima kelompok yaitu bakteri, protozoa, virus,

algae dan cendawan (Pelczar *et al.*,1986). Mikrobiologi merupakan ilmu dasar dan aplikatif, mikrobiologi di masa depan sangat cerah , dengan kehadiran teknologi DNA rekombinan dan teknik genetik, mikrobiologi akan semakin memperluas dan bergerak cepat di masa depan, dibutuhkan ahli mikrobiologi untuk bekerja di kesehatan, perlindungan lingkungan, memproduksi makanan dan pemeliharaan dan pengembangan industri yang terus tumbuh tanpa diragukan kembali (Prescott *et al.*, 1999). Menurut Kusnadi *et al.* (2012) bahwa mikrobiologi merupakan kajian ilmu tentang aspek mikroorganisme, baik morfologi, fisiologi, metabolisme, genetika dan ekologi mikroba dan Mikrobiologi juga merupakan disiplin ilmu yang terkait dengan kehidupan sehari-hari, dan aplikasi dalam berbagai bidang kehidupan. Hal ini dukung oleh Mandigan (2002) menyatakan bahwa mikrobiologi merupakan salah satu bidang yang banyak terkait isu sosio-saintifik, karena sifat ilmu Mikrobiologi sebagai konsep dasar dan konsep aplikasi.

Dewasa ini Mikrobiologi merupakan kajian yang mendasari perkembangan sains dan teknologi, terutama dalam perkembangan bioteknologi modern, rekayasa genetika, dan bioproses (Kusnadi *et al.*, 2012). Serta Kusnadi *et al.*,(2012) mengatakan bahwa mikrobiologi merupakan salah satu bidang ilmu dalam Biologi yang harus dipahami warga negara Indonesia, termasuk para mahasiswa Biologi, Calon guru dan ilmuwan Biologi, karena Mikrobiologi banyak terkait dengan kehidupan sehari-hari, juga dapat dihubungkan dengan aspek kecakapan hidup (*life skill*), sebagai contoh hasil penelitiannya yaitu kemunculan keterampilan spesifik Laboratorium Mikrobiologi yaitu keterampilan bekerja aseptik, keterampilan mengisolasi mikroba, sterilisasi, dan menggunakan mikroskop.

Mata kuliah Mikrobiologi merupakan mata kuliah wajib di jurusan Biologi, Universitas Negeri Semarang. Mikrobiologi merupakan bidang ilmu yang mempelajari kehidupan mikroorganisme, menurut Kusnadi *et al.* (2012) bahwa Mikrobiologi banyak terkait dengan kehidupan sehari-hari, juga dapat dihubungkan dengan aspek kecakapan hidup (*life skill*). Hasil penelitian Ridlo dan Alimah (2013) mendeskripsikan mata kuliah Mikrobiologi di jurusan Biologi UNNES yaitu Pembelajaran mikrobiologi berlangsung dengan melibatkan mahasiswa secara aktif, mahasiswa harus mencari dan menyiapkan sendiri sumber belajar untuk

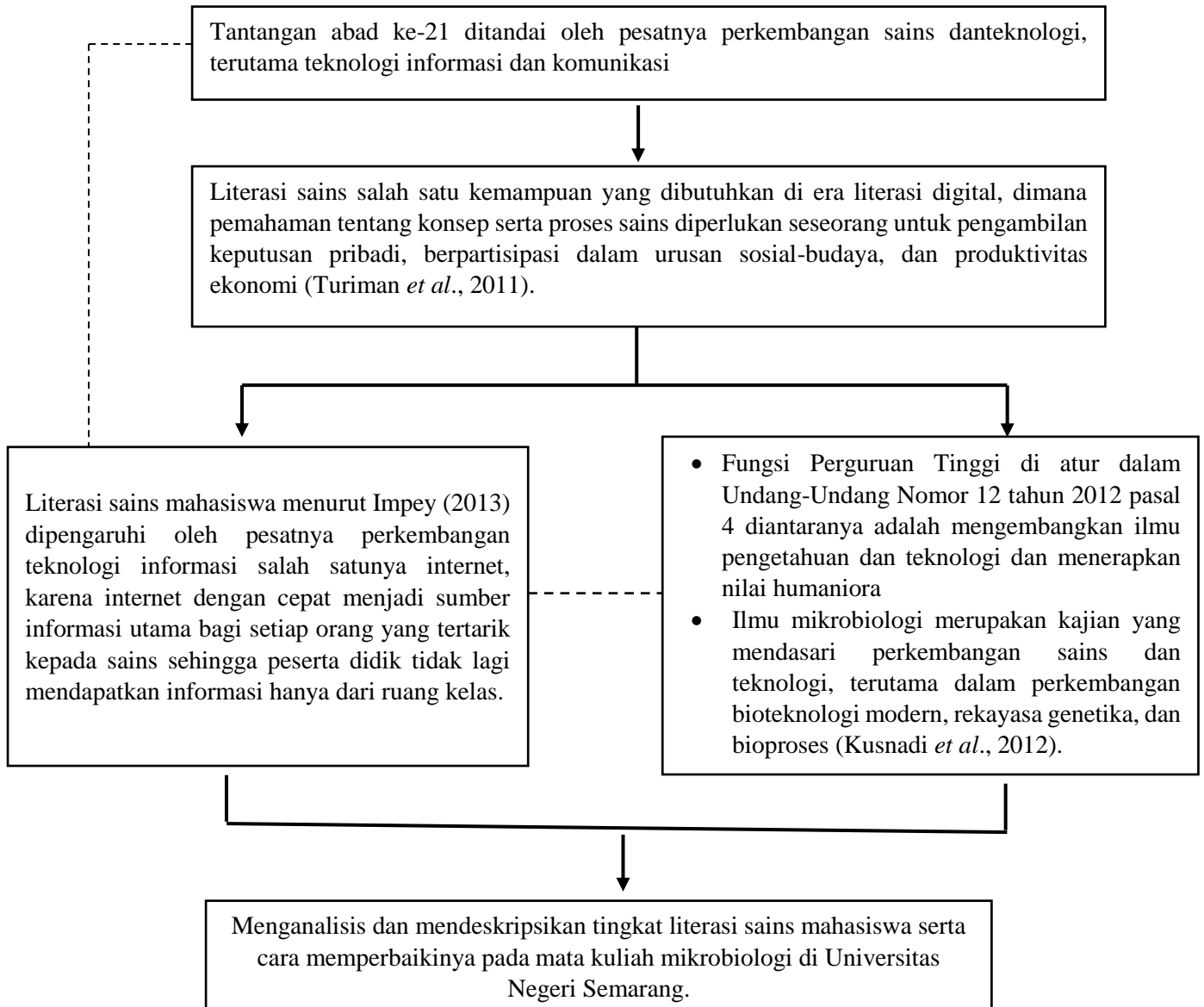
dieksplorasi untuk membangun pengetahuan dan mengeksplorasi melalui internet, serta mahasiswa diajak berdiskusi dan bertukar pengetahuan tentang berbagai produk fermentasi

2.1.6.2 Karakteristik Substansi Materi Bakteri

Bakteri merupakan salah satu mikroorganisme yang paling banyak dan bersinggungan dalam kehidupan sehari-hari manusia. Bakteri di alam jumlahnya sangat banyak, hanya 1 % yang sifatnya patogen atau penyebab penyakit, sisanya merupakan organisme bermanfaat (Rohan *et al.*, 2016). Bakteri menyebabkan sekitar separuh dari semua penyakit manusia. Bakteri ini disebut bakteri patogen. Sekitar 2 juta orang dalam setahun meninggal akibat penyakit paru-paru tuberculosis, disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Adapun sekitar 2 juta orang yang lain meninggal setiap tahun akibat penyakit-penyakit diare yang disebabkan oleh berbagai macam bakteri. Dari sisi positif, kita memperoleh banyak keuntungan dari metabolisme bakteri sebagai contoh, manusia telah lama memanfaatkan bakteri untuk mengubah susu menjadi keju dan yogurt. Pada tahun belakangan ini pemanfaatan bakteri dalam aplikasi baru bioteknologi modern; dua contoh di antaranya pemanfaatan *E.coli* dalam penglonan gen dan pemanfaatan *Agrobacterium tumefaciens* dalam produksi tanaman-tanaman transgenik seperti beras emas (Campbell & Reece, 2008).

2.2 Kerangka Berpikir Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka dan latar belakang, maka dapat dikembangkan kerangka berfikir pada bagan berikut ini:



Bagan 2. 2 Kerangka Berpikir Penelitian

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang yang beralamat di Sekaran, Gunung Pati, Kota Semarang. Waktu pelaksanaan penelitian pada semester genap tahun ajaran 2019/2020.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh mahasiswa biologi yang sedang mengambil mata kuliah Mikrobiologi pada semester genap tahun 2019/2020 di Jurusan Biologi, FMIPA UNNES. Pada penelitian survei menurut Creswell (2015) peneliti menyeleksi sampel yang representatif untuk menggambarkan populasi dan dapat pula memungkinkan penelitian survei meneliti seluruh anggota populasi jika populasi subyek penelitian sedikit. Sampel penelitian sebanyak 178 dari 180 mahasiswa. Menurut Sugiyono (2013) bahwa semakin besar jumlah sampel mendekati populasi, maka peluang kesalahan generalisasi semakin kecil dan begitu sebaliknya.

3.3 Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian deskriptif kuantitatif dengan teknik survei. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi saat ini, penelitian deskriptif analitis tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis namun menggambarkan yang sebenarnya dari suatu variabel, gejala, dan keadaan (Sudjana dan Ibrahim, 2015). Penelitian survei tidak melibatkan perlakuan yang diberikan kepada partisipan, oleh karena itu peneliti survei tidak memanipulasi kondisi secara eksperimental (Creswell,2015).

3.4 Prosedur penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap persiapan, meliputi : persiapan, pelaksanaan dan akhir penelitian.

3.4.1 Tahap persiapan

1. Melakukan studi literatur mengenai permasalahan yang akan diteliti
2. Mengidentifikasi masalah, membuat rumusan masalah, menentukan tujuan penelitian, mengkaji berbagai literatur sebagai dasar untuk metode penelitian, serta desain penelitian.
3. Membuat proposal penelitian
4. Menyempurnakan proposal penelitian berdasarkan hasil revisi dari dosen pembimbing dan penguji
5. Menetapkan jenis-jenis instrumen yang akan digunakan
6. Menyusun instrumen penelitian meliputi kisi-kisi soal, soal literasi sains, kunci jawaban soal literasi, lembar observasi
7. Validasi instrument
8. Memperbaiki instrumen sesuai dengan hasil revisi
9. Mengajukan surat izin penelitian dari Universitas Negeri Semarang

3.4.2 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan penelitian di jurusan Biologi pada pembelajaran mata kuliah Mikrobiologi adalah sebagai berikut :

1. Melaksanakan observasi pembelajaran mikrobiologi
2. Mengukur kemampuan literasi sains mahasiswa pada mata kuliah Mikrobiologi
3. Melakukan survei angket respon mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi
4. Mengumpulkan data dan mentabulasi
5. Menghitung persentase setiap indikator literasi sains

3.4.3 Tahap Akhir Penelitian

1. Menganalisis hasil observasi perkuliahan dan angket respon mahasiswa
2. Menganalisis hasil tes literasi sains dan menggambarkan dengan grafik dan tabel persentase
3. Menarik kesimpulan hasil penelitian
4. Melaporkan hasil penelitian

3.5 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa hasil tes kemampuan literasi sains mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi. Pengumpulan data menggunakan tes literasi mengikuti kerangka literasi sains PISA 2018 yang mengakomodasi aspek pengetahuan, konteks dan kompetensi. Asesmen berupa soal pilihan ganda berupa 45 butir yang berisi materi teori dan materi praktikum yang disebar menggunakan *google form*. Poin setiap item sebesar 1, sehingga total poin untuk semua jawaban benar sebesar 45. Data pendukung berupa observasi perkuliahan mikrobiologi dan angket respon mahasiswa.

3.6 Instrumen Penelitian

Tes literasi sains yang digunakan yaitu soal pilihan ganda. Tes digunakan sebagai alat ukur literasi sains mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi. Tes digunakan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan kemampuan literasi sains mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah mikrobiologi. Instrumen Tes di golongkan menjadi dua yaitu materi pada perkuliahan teori dan perkuliahan praktikum dimana topik bahasan bakteri.

3.6.1 Soal Tes Literasi Sains

Tes literasi sains yang digunakan yaitu soal pilihan ganda. Tes digunakan sebagai alat ukur literasi sains mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi. Instrumen yang telah disusun kemudian diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan alat evaluasi literasi sains yang dikembangkan peneliti.

3.6.1.1 Validitas

Menghitung validitas butir soal menggunakan rumus korelasi poin biserial karena data berbentuk diskrit (0 dan 1). Rumus korelasi point biserial yang digunakan sebagai berikut :

$$R_{pbis} = \frac{M_p - M_s}{s_t} \sqrt{pq}$$

Keterangan :

M_p = rata-rata skor peserta didik yang menjawab benar

M_s = rata-rata skor peserta didik yang menjawab salah

SD = simpangan baku skor total

p = proporsi jawaban benar terhadap semua jawaban peserta didik

$q = 1-p$

Setelah di dapat nilai r hitung kemudian penentuan r tabel dengan probability 5% yaitu 0,3061 (Arikunto 2013) setelah itu penentuan validitas butir soal yaitu jika r hitung $>$ r tabel maka dinyatakan valid begitupun sebaliknya.

3. 1 Hasil Analisis Validasi Soal Uji Coba Te Literasi Sains

Jenis materi	Kriteria	Nomor soal	Jumlah
Teori	Valid	1,3, 4, 7,8,9,10,12, 13, 15, 16, 18, 20, 21, 24,25,26,27,28, 31, 35, 36, 37, 40, 41,42,43,44,45	29
	Invalid	2, 5, 6, 11, 14, 17,19,22, 23, 29, 30, 32, 33, 34,38, 39	16
Praktikum	Valid	1,3,6, 12,15, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 29,30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44	25
	Invalid	2,4,5,7,8,9,10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 27,33, 38,45	20

3.6.1.2 Reliabilitas

Reliabilitas tes evaluasi akhir ditentukan menggunakan rumus *K-R 20* (Achdiyat 2017) sebagai berikut:

$$KR - 20 = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum p(1-q)}{SD^2} \right)$$

Keterangan :

K = reliabilitas (*Kuder Richadson*)

K = jumlah butir soal

p = proporsi siswa yang menjawab item soal dengan benar

q = proporsi siswa yang menjawab soal dengan salah (*q* = 1 - *p*)

SD = standar deviasi dari tes (varian)

Tujuan utama menghitung reliabilitas skor tes adalah untuk mengetahui tingkat ketepatan dan keajegan skor tes. Indeks reliabilitas adalah bilangan pecahan berkisar antara 0-1, semakin tinggi koefisien reliabilitas suatu tes (mendekati 1), makin tinggi pula keajegan atau ketepatan.

Terdapat lima kelas skala *range* untuk menentukan tingkat reliabilitas sebagai beriku :

Tabel 3. 2 Rentang Tingkat Reliabilitas

Keterangan	Tingkat Reabilitas
0,00 s.d. 0,20	Reliabel sangat rendah
0,20 s.d. 0,40	Reliabel rendah
0,40 s.d. 0,70	Reliabel sedang
0,70 s.d. 0,90	Reliabel tinggi
0,90 s.d. 1,00	Reliabel sangat tinggi

Hasil perhitungan dari program ANATES 4.0.9 Pada Tes Uji Coba diperoleh koefisien reliabilitas pada materi teori sebesar 0.79 masuk ketegori reliabel tinggi dan materi praktikum sebesar 0.83 masuk kategori reliabel tinggi. Rata-rata reliabilitas intrumen literasi sains sebesar 0.81 dikatakan reliabel tinggi.

3.6.1.3 Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Arikunto 2013):

$$IK = \frac{\sum B}{\sum N}$$

Keterangan :

TK = tingkat kesukaran

$\sum B$ = jumlah siswa yang menjawab benar

$\sum P$ = jumlah siswa peserta tes

Klasifikasi kesukaran adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Tabel 3.3 Klasifikasi Indeks Kesukaran Soal

Interval	Kriteria
IK = 0.00	Terlalu Sukar
$0.00 < IK \leq 0.30$	Sukar
$0.30 < IK \leq 0.70$	Sedang
$0.70 < IK \leq 0.10$	Mudah
IK = 1.00	Terlalu Mudah

Dari hasil uji coba soal tes literasi sains dilihat tingkat reabilitas dan validitas butir soal antara soal materi teori dan materi praktikum selanjutnya soal yang memenuhi kriteria diseleksi disesuaikan dengan indikator dan digabungkan digunakan soal sebanyak 45 soal untuk pengambilan data literasi sains mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi diam 22 soal dari materi teori dan 23 soal dari materi praktikum yang dapat dilihat sebaran tingkat kesukaran soal sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Hasil Tingkat Kesukaran Uji Coba Tes Literasi Sains

Kriteria	Nomor soal	Jumlah
Sangat Mudah	3, 6, 7, 8, 9,12, 14, 16, 21,25, 28	11
Mudah	4,5, 10, 13, 20, 26, 27, 30,40	9
Sedang	1,2,17, 18, 19, 22, 23,24, 29, 31, 32, 33, 34,35, 37,45	16
Sukar	15, 38, 39,41,42,43,44	7
Sangat sukar	11, 36	2

*Data selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5

3.6.1.4 Daya Beda

Daya beda (DP) ditentukan besarnya dengan rumus (Arikunto 2013):

$$DP = \frac{JBA - JBB}{JSA} \text{ atau } DP = \frac{JBA - JBB}{JSB}$$

Keterangan :

DP = daya pembeda soal

JBA= jumlah mahasiswa kelompok atas yang menjawab soal dengan benar

JBB = jumlah mahasiswa kelompok bawah yang menjawab soal dengan benar

JSA = jumlah mahasiswa kelompok atas

JSB = jumlah mahasiswa kelompok bawah

Tabel 3. 5 Klasifikasi Perhitungan Daya Beda

Interval	Kriteria
$0.70 < DP \leq 1.00$	Sangat Baik
$0.40 < DP \leq 0.70$	Baik
$0.20 < DP \leq 0.40$	Cukup
$0.00 < DP \leq 0.20$	Jelek
$DP \leq 0.00$	Sangat Jelek

Indeks daya pembeda berkisar antara – 1,00 sampai dengan + 1,00. Semakin tinggi daya beda suatu soal, maka semakin kuat atau baik soal itu. Berdasarkan hasil uji coba analisis tes literasi sains berikut hasil sebaran 45 soal berdasarkan kriteria daya beda di atas sebagai berikut :

Tabel 3. 6 Hasil Uji Coba Daya Beda Literasi Sains

Kriteria	Nomor soal	Jumlah
Sangat jelek	-	-
Jelek	4,6, 11, 14, 25, 26, 33, 40, 44,45	10
Cukup	3,12,13, 15,16,18 , 20, 21, 27, 28, 36, 39, 41, 42, 43	15
Baik	1,2, 5, 10, 17, 19, 22,23,24, 31, 34, 35, 37,	13
Sangat baik	29,30, 32, 38	4

Berikut adalah kisi-kisi instrumen tes literasi sains aspek pengetahuan dan kompetensi

Tabel 3. 7 Kisi-kisi Soal Literasi Sains Aspek Kompetensi

Indikator kompetensi literasi sains	Sub indikator literasi sains	Nomor soal
	Teori	
1. Menjelaskan fenomena ilmiah	1.1 mengingat dan mengaplikasikan pengetahuan saintifik yang tepat	1,2,3,15,17, 19
	1.2 menjelaskan implikasi potensial dari pengetahuan sains untuk masyarakat	6,8,9,14
	1.3 Membuat dan menentukan prediksi yang sesuai	25,33,34,35,36,45
2. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	2.1 menjelaskan dan mengevaluasi berbagai cara ilmuwan untuk memastikan data yang riabel (dapat dipercaya) dan objektif dan penjelasan yang dapat di generalisasikan	5,12,20,21,22,23, 23
	2.2 Mengidentifikasi pertanyaan yang dapat diselidiki secara ilmiah	26,27,28,29,30,32,41,42
3. Interpretasikan data dan memberikan bukti ilmiah	3.1 mengubah data dari satu bentuk ke bentuk lainnya	11,18
	3.2 identifikasi asumsi, bukti dan alasan dalam teks sains	4,7,10,13,16
	3.3 Menganalisis dan menginterpretasikan data dan menggambarkan kesimpulan yang tepat	31,37,38,39,40,43,44

Tabel 3. 8 Kisi-kisi Soal Literasi Sains pada Aspek Pengetahuan

Indikator pengetahuan Literasi sains	Nomor soal
1.Konten	1,2,3, 5, 7,8, 10,12,14, 16,17,19,23, 25, 26, 35
2.Prosedural	11,18, 27, 28,29,30, 32, 33,36, 37, 38, 39,40,41, 42, 43,44,45
3.Epistemik	4, 6,9, 13,13, 15, 20,21,22, 24, 31, 34

Tabel 3.9 Kisi-kisi Soal Literasi Sains pada Aspek Konteks

Indikator pengetahuan Literasi sains	Nomor soal
1.Personal	1,,2,3,4,5,7,10, 23,24, 26,27,28,29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40
2.Lokal/Nasional	9,11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,18, 22, 25, 30
3.Global	6, 8, 19, 20, 21, 31, 41, 42, 43, 44

3.6.2 Lembar Observasi

Lembar observasi berupa lembar pengamatan kegiatan perkuliahan mata kuliah mikrobiologi yang berlangsung selama waktu penelitian.

3.6.3 Angket Respon Mahasiswa

Angket ini berisi respon mahasiswa terhadap mata kuliah mikrobiologi selama mengikuti perkuliahan.

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik pengolahan data untuk tes literasi sains mahasiswa didasarkan pada data tes kemampuan literasi sains dan data pendukung berupa observasi dan lembar angket respon mahasiswa. Pencapaian skor kemampuan literasi sains mahasiswa aspek pengetahuan dan kompetensi di hitung menggunakan statistik deskriptif persentase dan rata-rata, lalu di konversi kedalam 5 kategorikan kriteria literasi sains sebagai berikut :

1. Perhitungan presentase

$$\text{Nilai Mahasiswa} = \frac{\text{poin yang diperoleh}}{\text{total poin}} \times 100\%$$

2. Perhitungan rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum Xi}{N}$$

Keterangan :

\bar{X} = rata – rata nilai

$\sum Xi$ = jumlah semua data

N = jumlah data

Setelah di analisis menggunakan statistik deskriptif, kemudian hasil perhitungan dikategorikan berdasarkan kriteria pada Tabel 3.9

Tabel 3. 10 Kriteria Literasi Sains Mahasiswa

Skor	Kriteria
$86\% < P \leq 100\%$	Sangat baik
$75\% < P \leq 86\%$	Baik
$60\% < P \leq 75\%$	Cukup
$54\% < P \leq 60\%$	Kurang
$P \leq 54\%$	Kurang sekali

Sumber : (Purwanto 2009)

Data utama hasil penilaian literasi sains menggunakan perhitungan persentase dan data pendukung seperti lembar observasi kegiatan perkuliahan mahasiswa penilaian dengan di catat dan di deskripsikan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya terjadi. Angket respon perkuliahan mikrobiologi menggunakan skala likert Sangat Tidak Setuju (STS), Tidak setuju (TS), Setuju (S) dan Sangat Setuju (SS) dianalisis dengan persentase selanjutnya di deskripsikan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kemampuan literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang

Hasil penelitian kemampuan literasi sains mahasiswa jurusan Biologi FMIPA UNNES pada Semester genap tahun ajaran 2019/2020 dapat dilihat pada Tabel 4.1 berdasarkan kemampuan mahasiswa menjawab benar pada setiap butir soal yang berjumlah 45 soal dengan total responden 178 mahasiswa sebagai berikut:

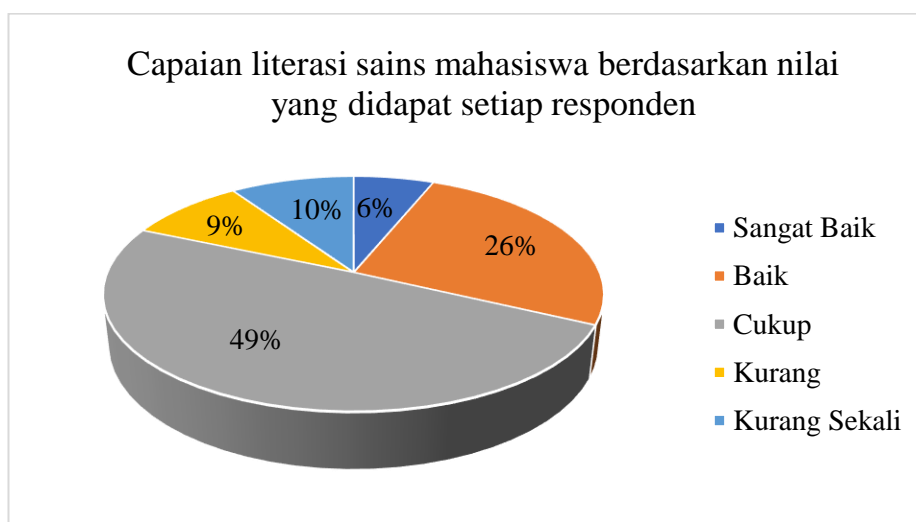
Tabel 4.1 Kemampuan Literasi Sains mahasiswa yang Menjawab Benar pada pada Setiap Butir Soal.

No. Soal	N	%	No. Soal	N	%
1	172	96.63%	24	105	58.99%
2	165	92.70%	25	162	91.01%
3	163	91.57%	26	162	91.01%
4	160	89.33%	27	136	76.40%
5	159	89.33%	28	140	78.65%
6	173	97.19%	29	119	66.85%
7	169	94.94%	30	145	81.46%
8	158	88.76%	31	102	57.30%
9	174	97.75%	32	94	52.81%
10	135	75.84%	33	112	62.92%
11	29	16.29%	34	136	76.40%
12	176	98.88%	35	150	84.27%
13	167	93.82%	36	84	47.19%
14	169	94.94%	37	82	46.07%
15	71	39.89%	38	82	46.07%
16	169	94.94%	39	64	35.96%
17	90	50.56%	40	154	86.52%
18	126	70.79%	41	58	32.58%
19	102	57.30%	42	71	39.89%
20	166	93.26%	43	82	46.97%
21	162	91.01%	44	35	19.66%
22	95	53.37%	45	73	41.01%
23	129	72.47%			
Rata-Rata				70.25%	
Keterangan				Cukup	

Pada Tabel 4.1 menggambarkan kemampuan mahasiswa yang mampu menjawab per-tiap butir soal. Hasil yang didapat bahwa kemampuan mahasiswa menyelesaikan soal-soal bermuatan literasi sains ada pada kategori cukup sebesar 70.25%. Literasi sains mikrobiologi ini dikembangkan seperti kerangka literasi sains PISA (*Program International Student Assessment*) 2018 yang mendefinisikan kemampuan menggunakan pengetahuan sains untuk terlibat dalam isu sains dan memberikan gagasan atau ide sebagai masyarakat yang reflektif. Jadi dalam literasi sains mikrobiologi ini kemampuan menggunakan pengetahuan sains mikrobiologikal tepatnya pada kajian bakteri pada isu mikrobiologikal dan memberikan gagasan atau ide di masyarakat. Dalam PISA 2018 literasi sains telah dikembangkan tiga aspek yang saling berhubungan yaitu aspek pengetahuan dan konteks yang mendukung untuk membentuk kompetensi. Sehingga setiap butir soal yang disajikan menggambarkan kompetensi literasi sains mikrobiologi yang didukung oleh konteks dan pengetahuan sains mikrobiologikal kajian bakteri.

Kerangka literasi sains PISA instrumen soal-soal memuat konten sains (fisika, biologi dan kimia) yang harus dimiliki untuk anak sekolah umur 15 tahun dengan konteks kehidupan nyata yang relevan. Pada penelitian ini instrumen dikembangkan peneliti mengikuti kerangka PISA 2018 untuk menunjukkan tingkat literasi sains dengan subyek mahasiswa yang disesuaikan konten sains biologi yang menekankan kajian bakteri pada mata kuliah mikrobiologi. Dimana diberikan suatu konteks permasalahan berupa isu-isu terkait mikroorganisme bakteri yang disajikan berupa narasi dan sebuah pertanyaan untuk pemecahan masalah. Mahasiswa mampu menjawab setiap butir soal diminta untuk memahami kasus yang diberikan dan menyelesaikan permasalahan menggunakan pengetahuan yang dimiliki. Isu yang diberikan berhubungan dengan materi yang dipelajari selama perkuliahan sehingga proses belajar mahasiswa sangat mempengaruhi kemampuan kompetensi literasi sains mahasiswa. Materi bakteri pada perkuliahan mikrobiologi cukup komprehensif karena dibahas pada materi teori dan materi praktikum. Secara garis besar materi pada bakteri meliputi menganalisis morfologi sel dan koloni bakteri, menganalisis struktur dan fungsi organisme bakteri dan menganalisis metabolisme yang terjadi di dalam sel.

Hasil menyusun instrumen meliputi topik habitat & populasi bakteri, morfologi bakteri, struktur bakteri, macam dan sifat fisiologi bakteri, bakteri dan lingkungan, pertumbuhan bakteri, bahaya bakteri, anti bakteri, penyakit akibat bakteri, bakteri resisten, peran bakteri. Materi praktikum yaitu sterilisasi, habitat populasi bakteri, isolasi bakteri, pewarnaan bakteri dan identifikasi bakteri. Selanjutnya dapat di bawah ini persentase capaian literasi sains mahasiswa berdasarkan nilai yang didapat setiap responden yang kemudian digolongkan berdasarkan masing-masing kategori pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Diagram Capaian Literasi Sains Mahasiswa berdasarkan Nilai yang didapat pada Masing-masing Responden

Hasil pada Gambar 4.1 dari seluruh responden yang masuk kedalam kategori sangat baik sebesar 6% , kategori baik sebesar 26%, kategori cukup sebesar 49%, kategori kurang sebesar 9% dan kategori kurang sekali sebesar 10% . Rata-rata kemampuan literasi sains mahasiswa ada pada kategori cukup, karena hampir setengah bagian dari total seluruh responden. Ilmu mikrobiologi kaya akan isu sosio-saintifik, karena sifat ilmu mikrobiologi sebagai konsep dasar dan konsep aplikasi. Ciri-ciri isu sosio-saintifik adalah peristiwa terkini, memiliki dasar ilmiah dan berpengaruh pada kehidupan individu dan masyarakat. Isu yang diangkat pada kajian mikrobiologi ini seperti penyakit Tuberculosis, identifikasi sel bakteri dari sebuah penyakit, uji bakteriologis air minum, produksi pembuatan etanol oleh bakteri, uji antibakteri pada makanan, populasi bakteri pada daging dll. Menurut

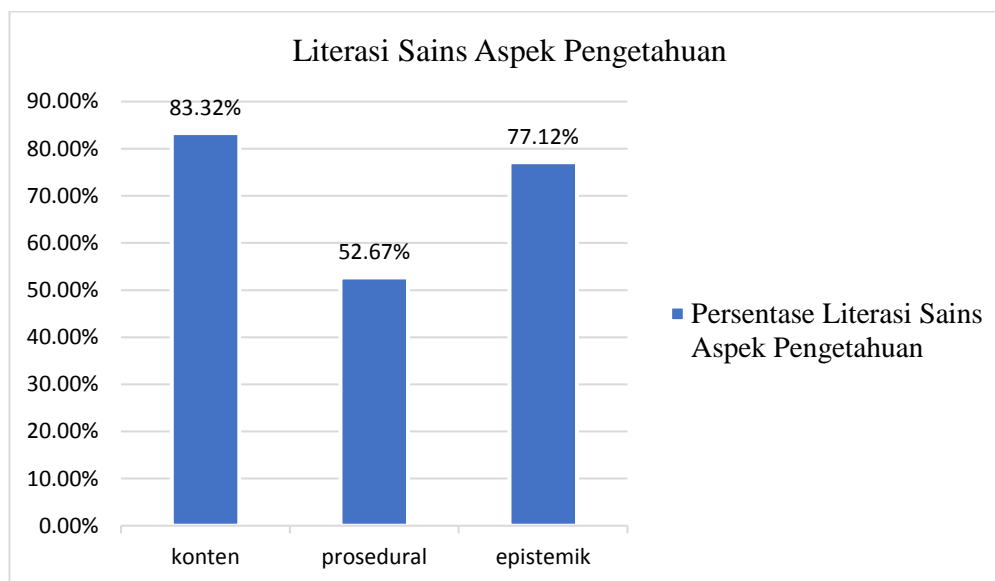
anagun & ozden (2010) bahwa menggunakan masalah sosiosaintifik mendukung pengembangan literasi sains dan pengambilan keputusan peserta didik dan keterampilan inkuiri.

Keterampilan inkuiri mengartikan peserta didik diminta untuk mencari dan menemukan sendiri. Setiap peserta didik didorong untuk terlibat aktif dalam proses belajar mengajar. Salah satunya aktif mengajukan pertanyaan terhadap setiap materi yang disampaikan dan pertanyaan tersebut tidak harus selalu dijawab oleh pengampu, karena semua peserta didik memiliki kesempatan yang sama untuk dapat menjawab pertanyaan yang diajukan (Anam, 2015). Perkuliahan mata kuliah mikrobiologi menerapkan keterampilan inkuiri, karena meminta mahasiswa untuk aktif dalam proses diskusi tanya jawab selengkapnya dapat dilihat dokumentasi Lampiran 12 Gambar 3. Dari dokumentasi tersebut terlihat bahwa kegiatan proses perkuliahan mata kuliah mikrobiologi menggunakan diskusi, pengampu memberikan sebuah stimulus berupa topik permasalahan yang harus dipecahkan bersama anggota kelas dan pengampu memberi kesempatan mahasiswa untuk berpendapat atau menjawab pertanyaan. Aktivitas perkuliahan tersebut telah menggambarkan pembelajaran berbasis inkuiri. Kemampuan literasi sains mahasiswa dipengaruhi metode pembelajaran pengampu dalam menyajikan pengetahuan sehingga dapat dipahami dan dimengerti mahasiswa. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Yulianti (2017) bahwa meningkatkan kemampuan literasi sains dalam pendidikan sains dapat melalui penerapan pembelajaran yang mengedepankan sains, gagasan dan keterampilan proses sains yang menggunakan kegiatan *saintific inquiry* sehingga akan meningkatkan antusiasme, minat, dan kekaguman mahasiswa akan sains.

Kemampuan literasi sains merupakan gabungan dari tiga aspek yang saling berkaitan. Dalam membentuk kompetensi literasi sains diperlukan pengetahuan sebagai dasar yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang dibingkai dalam suatu konteks tertentu. Berikut hasil dari aspek pengetahuan, konteks dan kompetensi literasi sains mahasiswa jurusan Biologi FMIPA UNNES pada

semester genap tahun ajaran 2019/2020 pada mata kuliah mikrobiologi sebagai berikut :

4.1.1 Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Mata Kuliah Mikrobiologi Aspek Pengetahuan



Gambar 4. 2 Grafik Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Aspek Pengetahuan

Pengetahuan adalah kumpulan informasi yang digunakan seseorang dalam kehidupannya. Menurut teori belajar kognitif, ilmu pengetahuan yang dimiliki seseorang terbangun melalui proses interaksi yang berkesinambungan dengan lingkungan. Dalam PISA aspek pengetahuan digunakan individu untuk dapat menyelesaikan permasalahan dalam konteks permasalahan tertentu untuk membentuk kompetensi literasi sains. Literasi sains tidak hanya membutuhkan pengetahuan tentang konsep dan teori sains, tetapi juga pengetahuan tentang prosedur umum dan praktik terkait dengan saintifik inkuiri dan bagaimana memajukan sains itu sendiri (OECD 2016). Literasi sains aspek pengetahuan dalam panduan asemen PISA 2018 masih sama dengan PISA 2015 dimana aspek pengetahuan dibagi menjadi tiga yaitu pengetahuan konten, prosedural dan epistemik.

Aspek pengetahuan pada program PISA menurut Nemeth & Korom (2012) domain kognitif dari pengetahuan diukur yang termasuk kedalam sistem kompetensi. Dimana domain ini mencantumkan kegiatan seperti Menafsirkan konsep, fenomena, dan bukti ilmiah; Menggambar atau mengevaluasi kesimpulan; dan Memahami investigasi ilmiah. Oleh karena itu, instrumen tes disesuaikan setiap butir soal menggambarkan indikator kompetensi yang mengandung ciri tipe pengetahuan. Dimana pengetahuan digunakan untuk mencapai kompetensi dalam menyelesaikan suatu permasalahan pada konteks tertentu. Perkuliahan mikrobiologi memberi informasi pemahaman terkait pengetahuan mikrobiologi yang memberikan dampak kemampuan literasi sains mahasiswa dengan kategori cukup. Hasil penelitian Wulandari (2016) menyatakan bahwa aspek pengetahuan (kognitif) yang diperoleh peserta didik selama pembelajaran sains merupakan komponen penting yang menentukan tingkat kemampuan literasi sains peserta didik. Kategori literasi sains yang cukup dapat dilihat lebih lanjut dari aspek pengetahuan mahasiswa terdapat tiga tipe pengetahuan yang dinilai yaitu pengetahuan konten, prosedural, dan epistemik.

4.1.1.1 Pengetahuan Konten

Pengetahuan Konten merupakan konsep ilmiah penting atau teori penjelasan utama yang memiliki kegunaan yang bertahan lama (OECD 2019). Hasil capaian kemampuan literasi sains mikrobiologi mahasiswa pada pengetahuan konten dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebesar 83.32% menunjukkan golongan kategori “Baik”. Hasil observasi mahasiswa secara daring terlihat keaktifan dalam mengemukakan pendapat tentang materi bakteri. Mahasiswa mampu memberi argumen berisi konten mengenai bakteri yang menjelaskan suatu maksud dari pertanyaan pengampu. Hal ini karena perkuliahan secara daring membuat mahasiswa lebih aktif mencari informasi melalui internet.

Observasi perkuliahan secara daring melalui interview komting rombel A Pendidikan Biologi angkatan 2019 pada perkuliahan tanggal 16 Maret 2020, pembahasan mengenai topik bakteri dilakukan diskusi melalui WA (selengkapnya dapat dilihat Lampiran 13 Gambar 5). Pengampu memberi pengantar materi terkait

morfologi koloni, morfologi sel, struktur sel, karakter fisiologi dan cara pengamatan. Pengampu mengarahkan untuk mencari informasi melalui buku cetak atau referensi lainnya. Pengampu memberikan kasus untuk meminta mahasiswa membandingkan struktur dinding sel pada bakteri *Salmonella typosa* dan *Mycobacterium tuberculosis* terdapat diskusi yang cukup aktif mahasiswa mampu menjelaskan perbedaan keduanya. Seperti contoh responden yang menyampaikan argumen :

P3 : *“Bedanya Salmonella typosa dinding selnya gram negatif, penyebab penyakit typos sedangkan mycobacterium tuberculosis dinding selnya gram positif, penyebab penyakit TBC”*

P17 : *“Izin mencoba menjawab bu.. untuk Salmonella typosa memiliki struktur dinding sel yang terdiri dari senyawa peptidoglikan yang tipis sedangkan untuk mycobacterium tuberculosis memiliki struktur dinding sel yang tebal selain itu M.tuberculosis juga lebih tahan terhadap suasana asam”*

P7 : *“Izin menjawab juga bu. Pada bakteri Mycobacterium tuberculosis dinding selnya lebih sederhana dengan jumlah peptidoglikan yang relatif banyak, sedangkan bakteri Salmonella peptidoglikannya yang lebih sedikit dan lebih kompleks secara struktural dengan membran luar yang mengandung lipopolisakarida serta lebih resisten terhadap antibiotik”*

Dilihat dari cuplikan diskusi tersebut mahasiswa memiliki kemampuan pengetahuan konten yang cukup baik untuk dapat menjelaskan sesuatu permasalahan. Pengampu sebagai fasilitator menjembatani mahasiswa mencari dan menemukan informasi kemudian mengemukakan argumentasinya. Informasi yang didapat mahasiswa lebih banyak melalui internet, karena internet menjadi sumber informasi bagi setiap orang dan mudah untuk di akses. Hasil penelitian ini seperti hasil penelitian Impey (2013) menyatakan bahwa literasi sains dipengaruhi oleh pesatnya perkembangan teknologi informasi salah satunya internet, karena internet dengan cepat menjadi sumber informasi utama bagi setiap orang yang tertarik terhadap sains.

Kekurangan dari diskusi tersebut mahasiswa berpendapat tidak disertai dengan sumber referensi yang jelas, akan tetapi pengampu meluruskan dan menyimpulkan kembali serta meminta mahasiswa untuk menelusuri informasi lebih lanjut. Dihubungkan dengan hasil angket mahasiswa 66.7% setuju dan 27.4%

sangat setuju mahasiswa menggunakan artikel ilmiah sebagai sumber informasi, namun mayoritas juga masih menyadari bahwa mahasiswa masih mencari informasi melalui sumber *blog* dengan persentase 58.3% atau 98 responden setuju akan hal tersebut. Diharapkan mahasiswa mampu memilah informasi dari sumber yang valid, berdasarkan arahan dan penegasan pengampu mengenai poin-poin hasil pembelajaran.

Metode diskusi adalah suatu cara penyampaian materi pembelajaran melalui sarana pertukaran pikiran untuk memecahkan persoalan yang dihadapi (Putra, 2013). Metode diskusi mendorong peserta didik berpikir sistematis dengan menghadapkan kepada masalah-masalah yang akan dipecahkan. Melalui diskusi mahasiswa terlibat aktif dalam proses belajar mengajar, mahasiswa saling bertukar informasi, menerima informasi dan mempertahankan pendapatnya dalam rangka pemecahan masalah. Hasil belajar melalui diskusi bersifat fungsional karena corak dan sifat masalah yang didiskusikan banyak terdapat dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu metode diskusi memberi kesempatan untuk mengemukakan pikirannya atau ide-idenya, serta mempertahankannya yang dapat dipertanggungjawabkan dan *soft skill* ini akan membantu membentuk kompetensi literasi sains.

4.1.1.2 Pengetahuan Prosedural

Hasil pengetahuan prosedural dapat dilihat pada Gambar 4.2 menunjukkan kategori kurang sekali. Pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan tentang konsep dan prosedur standar yang digunakan untuk penyelidikan ilmiah untuk mendapatkan konsep bukti (OECD 2019). Pengetahuan prosedural digunakan untuk alat menemukan ilmu pengetahuan yang terus berkembang. Rangkaian kegiatan untuk menemukan atau membuktikan suatu teori ilmu pengetahuan seperti yang di katakana Fardan *et al.* (2016) yaitu pengetahuan prosedural merupakan standar yang mendasari metode yang beragam dan praktik yang digunakan untuk membangun pengetahuan ilmiah. Pengetahuan prosedural yang masih kurang sekali karena pada semester genap tahun ajaran 2019/2020, di Minggu kedua perkuliahan di bulan Maret terjadi wabah pandemi Covid 19. Kegiatan perkuliahan secara serentak di alihkan dari luring ke daring. Perkuliahan mikrobiologi

dilaksanakan secara teoritis di ruang kelas dan secara praktik di Laboratorium saat keadaan normal, akan tetapi saat pandemi Covid-19 semua kegiatan perkuliahan di alihkan secara daring. Kegiatan praktikum secara daring pada materi bakteri dengan agenda acara isolasi dan identifikasi bakteri, pengecatan sederhana, negatif dan gram. Pengampu melaksanakan praktikum dengan memanipulasi objek melalui video tutorial di *youtube*. Seperti contoh proses pengecatan negatif, pengampu mengirimkan video tutorial ke dalam ruang belajar *virtual* melalui *What's App* (WA) grup, selanjutnya pengampu memberikan intruksi untuk membuat laporan dari hasil pengamatan video tersebut (selengkapnya dapat dilihat Lampiran 13 Gambar 4).

Proses praktikum yang tidak dilaksanakan secara langsung mempengaruhi kemampuan pengetahuan prosedural mahasiswa. Mahasiswa tidak memiliki pengalaman secara langsung dalam proses belajarnya, sehingga informasi yang diterima melalui penangkapan panca indranya tidak sepenuhnya masuk dalam memori jangka pendek yang selanjutnya masuk kedalam memori jangka panjang. Sebuah informasi yang diterima dan diproses hingga masuk kedalam memori jangka panjang maka akan mudah menggunakan informasi tersebut jika diberikan stimulus berupa penyelesaian soal. Teori belajar kognitif menekankan cara seseorang menggunakan pengetahuan yang telah diperoleh dan disimpan dalam pikirannya secara efektif, sehingga diperlukan melibat peserta didik aktif dalam proses belajarnya. Penjelasan dari teori belajar pengolahan informasi bahwa suatu stimulus akan ditangkap oleh seseorang dan disimpan secara cepat dalam sistem penampungan penginderaan jangka pendek. Apabila suatu informasi itu benar di perhatikan oleh peserta didik maka akan masuk kedalam memori jangka pendek dan penampungan memori informasi. Dimana memori jangka pendek dan penampungan informasi tersebut jika peserta didik mengulang-ulang informasi tersebut maka akan masuk kedalam struktur kognitif peserta didik dalam memori jangka panjang (Rifai & Catharina, 2018). Sangat diperlukan kondisi belajar yang menekankan pada proses pencarian dan pengalaman nyata untuk menemukan sesuatu, sehingga peserta didik aktif belajar untuk memperoleh pengetahuan yang dibutuhkannya. Proses pengulangan membuat ilmu pengetahuan yang dipelajari

masuk dalam memori jangka panjang dalam proses pengolahan informasi struktur kognitifnya.

Proses praktikum mikrobiologi kajian bakteri tidak bisa dirubah dengan metode *kitchen preparation* atau menggunakan alat dan bahan yang ada dirumah, karena praktikum mikrobiologi harus menggunakan alat dan bahan yang canggih yang tidak dapat digantikan seperti mikroskop dan reagen kimia lainnya. Kegiatan observasi dengan video di *youtube* merupakan solusi yang baik selama masa pandemi Covid-19 ini. Akan tetapi informasi prosedural masih belum optimal diterima oleh mahasiswa karena faktor penjelasan berikut belajar dengan melakukan langsung lebih bermakna dan diingat dalam memori jagan panjang daripada yang hanya di dengar dan dilihat. Suatu penjelasan dari pembelajaran *active learning* yang dikembangkan Mel Silberman dalam Saputro (2015) yang menyitir dari pendapat filsuf Confucius menyatakan bahwa apa yang saya dengar maka saya lupa, apa yang saya dengar dan lihat maka saya ingat sedikit, apa yang saya dengar, lihat, tanyakan atau diskusikan maka saya paham, dan apa yang saya dengar, lihat, diskusikan dan lakukan maka saya memperoleh pengetahuan dan keterampilan. Apa yang saya ajarkan kepada orang lain maka saya kuasai. Praktikum secara daring yang hanya melihat dan mendengar menyebabkan mahasiswa sedikit ingat dan tidak menguasai secara langsung. Hal tersebut yang menyebabkan pengetahuan prosedural mahasiswa masih kurang sekali. Kemampuan *skill laboratory* mempengaruhi literasi sains mahasiswa. Seperti hasil penelitian Muhajir *et al* (2015) bahwa menerapkan model *problem solving laboratory* atau kegiatan praktikum berbasis masalah dapat meningkatkan literasi sains mahasiswa tepatnya menekankan pada keterampilan dalam membuat dan merancang penyelidikan ilmiah serta menginterpretasikan bukti. Ini mengartikan bahwa. Kegiatan praktikum secara langsung tidak bisa terpisahkan untuk tujuan membentuk pengetahuan prosedural mahasiwa.

4.1.1.3 Pengetahuan Epistemik

Hasil analisis pengetahuan epistemik pada rata-rata jawaban yang menjawab benar adalah sebesar 77.12% masuk kedalam kategori baik. Pengetahuan

epistemik menurut Fardan *et al* (2016) mengacu pada epistemologi ilmu pengetahuan, ilmu sebagai cara untuk mengetahui atau nilai-nilai dan keyakinan yang melekat pada pengembangan sains/pengetahuan ilmiah itu sendiri serta bergantung pada pemahaman tentang bagaimana pengetahuan ilmiah dibangun dan memegang tingkat kepercayaan pengetahuan ilmiah. Diartikan bahwa kemampuan epistemik digunakan seseorang untuk membuat keputusan yang didasarkan bukti ilmiah atau digunakan untuk klaim ilmiah. Hasil literasi sains aspek pengetahuan epistemik cukup baik dinilai dari faktor pembelajaran daring dimana pengampu menggunakan diskusi sosio-saintifik atau diskusi ilmiah melalui *room chat* grup WA dan didukung kecanggihan teknologi internet dengan dukungan video-video pembelajaran yang berasal dari *youtube*.

Hasil diskusi yang disertakan pada pengetahuan konten mengenai contoh diskusi perkuliahan terkait topik bakteri. Pengampu menggunakan sistem perkuliahan daring melalui diskusi argumentatif dengan mengaitkan permasalahan sehari-hari yaitu perbedaan struktur bakteri penyebab penyakit Tuberkulosis (TBC) dan Tipes. Hasil observasi yang mendukung pengetahuan epistemik dengan pembelajaran diskusi yaitu pada tanggal 17 April 2020 rombel 2 Biologi angkatan 2017 topik bahasan bakteri dan fungi. Pengampu memberi bahan diskusi dengan power point dan pertanyaan sebagai berikut (dapat dilihat Lampiran 13 dokumentasi Gambar 3 :

Pengampu : “Bahan diskusi sebagai berikut : mikroba yang dibahas dalam Power point yaitu bakteri dan fungi. Termasuk jazat autotroph atau heterotroph? (2) bagaimana dengan istilah fototrop, organotroph, lithotroph khemoorganotrof dan khemolithotrof? Adakah bakteri dan fungi termasuk didalamnya? (3) bagaimana cara mikrobia mendapat sumber C/sumber energi, sumber N dan bagaimana/cara mendapatkannya.. Misalkan ada yang menggunakan cara fotosintesis, cara degradasi dengan reaksi redoks. Silahkan saudara bisa memberi contoh mikrobanya. Diskusikan dengan bacaan/literatur anda dan silahkan saudara berpendapat atau menjawab.”

NP 66 : “Menurut saya bakteri termasuk autotroph dan ada yang heterotrof”.

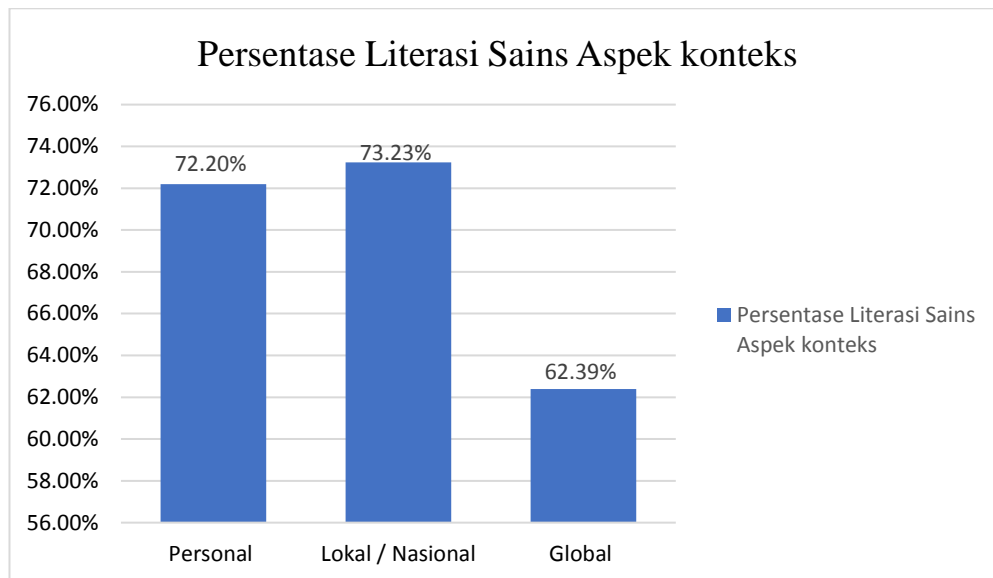
Pengampu : “Jelaskan dan beri contoh! Coba mahasiswa lain?”

NP 66 : “Bakteri autotrof yaitu bakteri yang dapat mengubah bahan anorganik menjadi organik (dapat membuat makanan sendiri). Contohnya : *Rhodospudomonas*. Bakteri heterotroph : bakteri yang tidak mampu membuat makanan sendiri contohnya : *E.coli*”

NP 61 : “Bakteri yang autotrof contohnya *chlorobium* (berwarna hijau, berfotosintesis bila ada hydrogen sulfida dan menghasilkan belerang). Bakteri heterotrof contohnya *Alcaligenes sp*”

Dari gambaran cuplikan diskusi tersebut proses perkuliahan mikrobiologi mendorong mahasiswa berperan aktif. Pengampu sebagai fasilitator yang mengarahkan kegiatan eksplorasi mahasiswa. Pengampu mengarahkan untuk menyajikan ilmu pengetahuan bukan hanya sebuah fakta yang menekankan “Apa” yang harus dipercayai, melainkan pertanyaan epistemik berupa “mengapa” harus percaya. Melalui proses tersebut dapat melatarbelakangi hasil pencapaian pengetahuan epistemik mahasiswa jurusan Biologi FMIPA UNNES pada mata kuliah mikrobiologi masuk ke dalam kategori baik. Menurut Herlanti *et al* (2012) argumen berperan penting dalam pengembangan pengetahuan, melalui argumentasi juga berperan dalam perkembangan sains. Mikrobiologi kaya akan isu sosio-saintifik yaitu permasalahan yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yang digunakan untuk diskusi selama perkuliahan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains. Hasil penelitian menunjukkan diskusi isu sosio-saintifik berhubungan dengan literasi sains dan argumen (Osborne 2005).

4.1.2 Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Mata Kuliah Mikrobiologi Aspek Konteks



Gambar 4. 3 Grafik Persentase Literasi Sains Mahasiswa Aspek Konteks

Konteks dalam PISA merupakan suatu kasus berupa isu relevan yang diberikan oleh peserta didik untuk diberi solusi menggunakan pengetahuan yang dimilikinya. Pada penelitian ini konteks yang diberikan berupa wacana terkait kajian mikroorganisme bakteri. Item instrumen soal literasi sains mahasiswa mengikuti anjuran PISA 2018 permasalahan sains yang berhubungan dengan diri sendiri, keluarga atau grup dalam lingkup Personal, selanjutnya pada lingkup komunitas (Lokal/Nasional) atau mengenai kehidupan yang mencakup dunia (Global). Konteks yang disajikan membuat peserta didik ikut terlibat dalam narasi yang diberikan dan menggunakan pengetahuannya untuk memberikan solusi.

Setiap butir soal menggambarkan konteks yang diselesaikan (dapat dilihat pada Lampiran 1). Hasil konteks dihitung berdasarkan yang menjawab benar pada setiap tipe konteks masing-masing.

4.1.2.1 Konteks Personal

Konteks personal sebesar 72.20% masuk ke dalam kategori cukup (analisis persentase dapat dilihat pada Lampiran 10). Ini mengartikan mahasiswa cukup mampu menjawab soal-soal dalam penyelesaian konteks personal. Nomor soal yang menggunakan konteks personal dapat dilihat pada Lampiran 2 nomor 1. Contoh soal yang menggambarkan konteks personal yaitu nomor satu pada soal literasi sains sebagai berikut :

1. Berdasarkan narasi di atas, manakah pernyataan yang benar mengenai bakteri termasuk organisme prokariotik atau eukariotik?
 - a. Bakteri termasuk organisme eukariotik karena tidak memiliki selubung inti sel, materi genetik berupa RNA
 - b. Bakteri termasuk organisme prokariotik karena memiliki selubung inti sel, materi genetik berupa RNA
 - c. Bakteri termasuk organisme eukariotik karena memiliki selubung inti sel, materi genetik DNA double helix
 - d. Bakteri termasuk organisme prokariotik karena tidak memiliki selubung inti sel, materi genetik berupa DNA sirkuler**
 - e. Bakteri termasuk organisme prokariotik karena tersusun atas multiseluler dan RNA sirkuler

Pada soal nomor satu disajikan narasi terkait konsep materi bakteri yang berjudul “Bakteri: Prokariotik atau Eukariotik”. Setelah mahasiswa membaca narasi yang disediakan, terdapat soal yang harus dikerjakan seperti pertanyaan di atas. Pada soal ini konsep bakteri dipahami untuk pengetahuan personal dirinya sendiri dan tidak berhubungan dengan orang lain atau orang banyak. Rata – rata mahasiswa menjawab benar sebanyak 172 mahasiswa, ini mengartikan mahasiswa mampu mengerti konsep dasar yang harus dimiliki untuk dirinya sendiri.

4.1.2.2 Konteks Lokal/ Nasional

Konteks lokal/nasional sebesar 73.23% masuk ke dalam kategori cukup (analisis persentase dapat dilihat pada Lampiran 10). Konteks lokal berisi narasi yang menyajikan sebuah isu atau informasi yang terjadi di suatu lingkup wilayah. Konteks lokal/nasional ini kemungkinan tidak terjadi diseluruh dunia, akan tetapi hanya wilayah tertentu. Dari hasil yang diperoleh mahasiswa cukup mampu

menjawab soal-soal dalam penyelesaian konteks lokal/nasional. Nomor soal yang menggunakan konteks lokal/nasional dapat dilihat pada Lampiran 2 nomor 14 sebagai berikut:

14. Berdasarkan penelitian tersebut, bagaimana peran bakteri *Zymomonas mobilis* dalam menghasilkan produk etanol?
- Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme Embden-Meyerhof Parnas-Pathway (EMP)
 - Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme Heksosa Monofosfat (HMF)
 - Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme Fosfoketolase (FK)
 - Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme Entner- Doudoroff (ED)**
 - Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme siklus Calvin Benson

Pada soal tersebut diberikan narasi terkait potensi tanaman alang-alang yang dapat diprodukannya menjadi etanol melalui fermentasi menggunakan mikroorganisme bakteri. Mahasiswa diminta mencermati mulai dari jenis spesies yang digunakan, faktor lingkungan hidup bakteri hingga proses metabolisme yang digunakan bakteri. Informasi tersebut digunakan untuk mengetahui cara memproduksi etanol dari tumbuhan alang-alang yang mana etanol dapat dimanfaatkan dalam kehidupan masyarakat. Pada kasus ini mahasiswa yang menjawab benar sebanyak 169 orang.

4.1.2.3 Konteks Global

Konteks Global menggambarkan isu yang mendunia, yang banyak diketahui orang diseluruh dunia bukan hanya dilingkup suatu wilayah. Hasil persentase konteks global sebesar 62.39% masuk ke dalam kategori cukup (analisis persentase dapat dilihat pada Lampiran 10). Nomor soal yang menggambarkan konteks global adalah soal nomor 6 (selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 nomor soal 6) sebagai berikut:

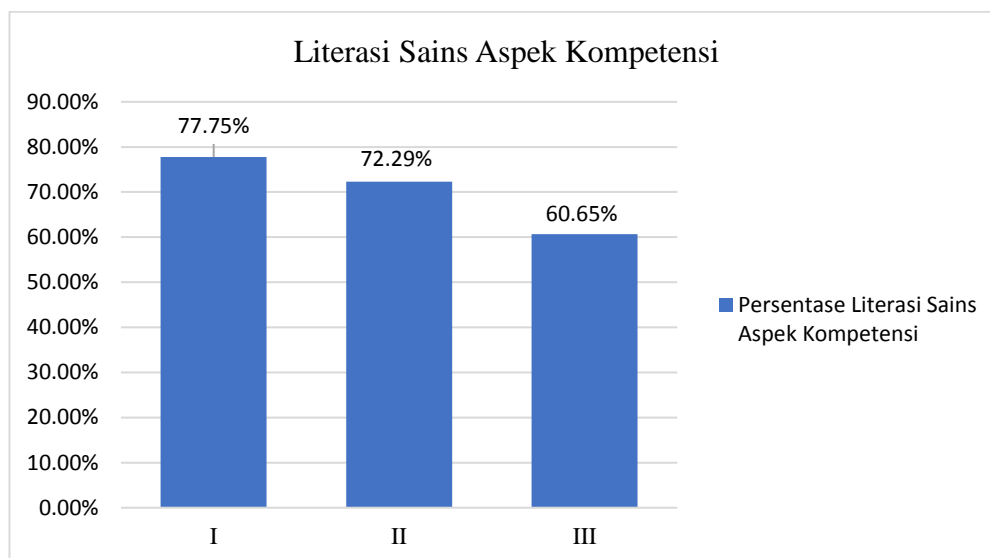
6. Bakteri *E.coli* banyak digunakan di dunia industri kimia untuk di aplikasikan dalam membuat produk bioteknologi modern. Apa alasan industri menggunakan peran bakteri *E.coli*?
 - a. Bakteri *E.coli* paling banyak ditemukan di alam dan mudah di manfaatkan
 - b. Bakteri *E.coli* struktur genetiknya sederhana mudah direkayasa dan pertumbuhannya cepat**
 - c. Bakteri *E.coli* pertumbuhannya tegak lurus sebanding dengan media yang digunakan
 - d. Media pertumbuhan Bakteri *E.coli* sederhana sehingga mudah dikulturkan
 - e. Bakteri *E.coli* harganya murah jika dijadikan agen untuk produksi bioteknologi

Pada konteks global ini dari contoh soal diatas, sebelum menjawab soal tersebut mahasiswa diminta untuk membaca dan memahami narasi mengenai bakteri *Escherichia coli*. Mahasiswa dibawa dalam suasana konteks global mengenai kehidupan bakteri *E.coli* dan pemanfaatanya dalam bioteknologi modern. Mahasiswa yang mampu menjawab benar sebanyak 173 orang, mereka cukup mampu mahami bakteri dan alasan bakteri *E.coli* banyak digunakan dalam dunia industri di seluruh dunia seperti pembuatan insulin dan antibiotik.

4.1.3 Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Mata Kuliah Mikrobiologi Aspek Kompetensi

Aspek kompetensi literasi sains merupakan jantung dari kemampuan literasi sains. Semua kompetensi membutuhkan pengetahuan. Contoh indikator menjelaskan fenomena ilmiah dan teknologi menuntut pengetahuan isi sains yang disebut sebagai pengetahuan konten. Kompetensi kedua dan ketiga, membutuhkan lebih dari sekedar pengetahuan konten, yaitu membutuhkan pengetahuan prosedural yang mendasari beragam metode dan praktik untuk membangun pengetahuan ilmiah serta membutuhkan pengetahuan epistemik. Dimana pemahaman epistemik digunakan untuk alasan praktik umum penyelidikan ilmiah, status klaim yang dihasilkan dan makna istilah mendasar seperti teori, hipotesis dan data (OECD 2019).

Mahasiswa selama proses perkuliahan mikrobiologi mendapat beragam ilmu pengetahuan tentang mikroorganisme serta aplikasinya dalam kehidupan dimana menjadi wawasan peserta didik. Mahasiswa diharapkan menjadi memiliki kesadaran terhadap kasus - kasus dalam kehidupan sehari-hari terkait mikroorganisme dan mampu menyelesaikan masalah sesuai konteks yang diberikan dengan pengetahuan yang dimiliki membentuk suatu kompetensi. Upaya manusia memanfaatkan bumi dan isinya perlu tetap memperhatikan kelestariannya. Oleh karena itu, pembelajaran sains abad ke-21 perlu berorientasi pengembangan literasi sains, pengembangan literasi dan karakter senantiasa berlangsung bersama kognisi agar berkompeten, berkarakter dan literate. Pengembangan kognitif semata tidak akan menghasilkan generasi muda yang kompeten, berkarakter dan literate (Rustaman 2017). Berikut persentase hasil dari tiga kompetensi literasi sains mahasiswa (analisis masing-masing kompetensi dapat dilihat pada Lampiran 11).



Gambar 4. 4 Grafik Persentase Literasi Sains Mahasiswa Aspek Kompetensi

Keterangan :

- I. Kompetensi menjelaskan fenomena ilmiah
- II. Kompetensi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah
- III. Kompetensi menginterpretasikan data dan bukti ilmiah

4.1.3.1 Kompetensi Menjelaskan Fenomena Ilmiah

Dapat dilihat pada Gambar 4.4 kompetensi menjelaskan fenomena ilmiah sebesar 77.75% masuk ke dalam kategori Baik. Seseorang dikatakan memiliki suatu kompetensi apabila memiliki sikap, pengetahuan dan keterampilan. Pada penelitian ini kompetensi menjelaskan fenomena ilmiah mahasiswa sudah baik, ini dipengaruhi hasil belajar mengajar mata kuliah mikrobiologi. Kompetensi menjelaskan fenomena ilmiah menuntut peserta didik untuk mengingat isi pengetahuan yang sesuai dalam situasi tertentu dan menggunakannya untuk menafsirkan dan memberikan penjelasan untuk fenomena yang menarik.

Hasil observasi perkuliahan perkuliahan mikrobiologi di Universitas Negeri Semarang bahwa perkuliahan menerapkan proses belajar melalui diskusi secara daring. Diskusi untuk membahas suatu topik materi yang dikaitkan dengan permasalahan sehari-hari. Hasil observasi tanggal 20 Maret 2020 bahwa saat perkuliahan secara daring, Pengampu meminta mahasiswa mengobservasi lingkungan sekitar yang diduga sebagai tempat hidup bakteri, dan diminta menjelaskan dampak bakteri bagi kehidupan.

Mahasiswa memprediksi habitat dan lingkungan bakteri, mencari tahu kemungkinan spesies bakteri yang hidup ditempat tersebut yaitu melalui berbagai literatur. Mahasiswa menelusuri pula peranan bakteri dalam kehidupan yang selanjutnya mahasiswa menyimpulkan informasi dan mengkomunikasikannya. Dapat melihat dokumentasi pada Lampiran 13 Gambar 1 bahwa mahasiswa mengkomunikasikan hasil observasi di lingkungan sekitar. Dosen sebagai fasilitator dalam kondisi apapun mampu membuat kondisi belajar untuk menggali rasa ingin tahu peserta didik mengenai sains dalam hal ini topik bakteri menggunakan media belajar lingkungan sekitar peserta didik. Hal ini sesuai dengan penelitian Novili (2017) yang mengatakan bahwa pembelajaran sains yang pendekatan *scientific approach* mampu melatih literasi sains siswa domain kompetensi dan pengetahuan. Proses kegiatan belajar mahasiswa membentuk pengetahuan konten yang baik, dan mampu memiliki kompetensi menjelaskan fenomena ilmiah yang baik.

4.1.3.2 Kompetensi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah

Hasil survei kemampuan literasi sains mikrobiologi pada mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA UNNES pada semester genap tahun ajaran 2019/2020 pada aspek kompetensi indikator mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah rata-rata persentase sebesar 72.29% masuk kedalam golongan kriteria cukup. Mahasiswa yang memiliki kompetensi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah memahami darimana suatu temuan berasal, metode apa dalam memperoleh data tersebut. Kemampuan kompetensi ini membuka wawasan tidak hanya pengetahuan konten, akan tetapi pengetahuan prosedural dan epistemik sangat dibutuhkan untuk mengetahui asal data dan membenarkan klaim ilmiah.

Faktor yang mempengaruhi kompetensi ini salah satunya adalah pengetahuan prosedural mahasiswa yang masih kurang sekali. Kegiatan praktikum mikrobiologi tidak bisa digantikan secara konvensional, karena membutuhkan peralatan yang canggih dan mahal yang hanya tersedia di laboratorium kampus. Kegiatan praktikum melalui video tutorial di *youtube* tidak mampu membentuk pengalaman belajar mahasiswa yang bermakna sehingga terjadi kegagalan pemrosesan informasi ke dalam memori jangka panjang mahasiswa. Informasi yang diterima mahasiswa melalui melihat dan mendengar menurut teori belajar pengolahan informasi diperkirakan hanya masuk penampungan kesan-kesan penginderaan jangka pendek atau disebut memori penginderaan. Bila suatu informasi banyak bertumpuk dengan informasi-informasi lainnya, dan informasi yang dipelajari melalui melihat dan mendengar tidak diperhatikan, maka informasi itu akan segera hilang. Maka perlu melakukan pengulangan agar mahasiswa terpacu untuk lebih memperhatikan yang sedang dipelajari.

Perkuliahan yang dilaksanakan secara daring masih kurang dalam menumbuhkan keterampilan proses sains mahasiswa, karena mahasiswa tidak melakukan praktikum secara langsung. Berdasarkan hasil angket yang menyatakan perkuliahan praktikum secara daring belum mampu membentuk keterampilan proses sains mahasiswa. Mahasiswa sebesar 63.7% tidak setuju dan 8.3% sangat tidak setuju praktikum daring membuat mahasiswa memiliki keterampilan sains.

Keterampilan sains berupa merancang percobaan, melakukan pengamatan, menafsirkan pengamatan pengklasifikasian dan pengomunikasian hasil temuan. Proses yang tidak terakomodasi berupa merancang percobaan ilmiah, sehingga hasil temuan informasi kurang dipahami secara komperhensif.

4.1.3.3 Kompetensi menginterpretasikan data dan bukti ilmiah

Hasil kompetensi menginterpretasikan data dan bukti ilmiah rata-rata yang menjawab benar sebesar 60.56% ini termasuk kedalam kategori cukup, akan tetapi nilai persentase ini hampir mendekati batas bawah pada nilai kurang. Kompetensi ini lebih banyak menggunakan pengetahuan prosedural dan epistemik hasil analisis persentase pada kompetensi dapat dilihat pada Lampiran 11 dan dapat dilihat kisi-kisi soal pada Lampiran 1. Pada kompetensi menginterpretasikan data dan bukti ilmiah, mahasiswa mampu mengakses informasi ilmiah dan mengevaluasi argumen dan kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah.

Hasil angket pernyataan bahwa mahasiswa menggunakan sumber artikel ilmiah sebagai sumber informasi sebanyak 66.7% setuju dan 27.4% sangat setuju. Akan tetapi mahasiswa masih juga menggunakan blog sebagai sumber informasinya 58.3% menjawab setuju, 4.2% sangat setuju dan yang tidak setuju sebesar 32.1% serta sangat tidak setuju sebesar 3%. Informasi di dalam sebuah *blog* tidak sepenuhnya benar, proses belajar mahasiswa yang rata-rata masih semester 2 yaitu mahasiswa angkatan 2019 masih tahap belajar dalam menemukan sumber informasi yang benar selama perkuliahan dengan bantuan arahan pengampu. Hasil angket pernyataan bahwa perkuliahan mikrobiologi secara daring mahasiswa mampu menarik informasi ilmiah sebagai data dan mampu menginterpretasikan data dalam bentuk laporan, bahwa 60.1% menjawab setuju, 4.2% sangat setuju dan sebanyak 32,7% tidak setuju, serta sebanyak 3% sangat tidak setuju. Ini mengartikan mahasiswa mampu mengikuti pembelajaran akan tetapi belum optimal karena himpitan kondisi masa pandemi yang memberi dampak pengaruh belajar terhadap mahasiswa seperti kendala sinyal yang dapat menghambat penyampaian informasi pada mahasiswa.

Kompetensi ini lebih banyak menggunakan pengetahuan prosedural dan pengetahuan epistemik daripada pengetahuan konten. Kompetensi ini butuh ditingkatkan melalui proses perkuliahan kegiatan praktikum secara langsung, dengan model pembelajaran *problem solving laboratory* atau model pembelajaran pemecahan masalah berbasis laboratorium. Model ini mampu meningkatkan kemampuan literasi sains mahasiswa pada aspek kompetensi dan pengetahuan tepatnya menekankan pada keterampilan dalam membuat dan merancang penyelidikan ilmiah serta menginterpretasikan bukti (Muhajir *et al* 2015).

Semua kompetensi membutuhkan pengetahuan, menjelaskan fenomena dan teknologi secara ilmiah membutuhkan pengetahuan tentang konten sains yang disebut pengetahuan konten. Kompetensi kedua dan ketiga membutuhkan lebih dari pengetahuan konten yang diketahui. Dibutuhkan pemahaman tentang bagaimana pengetahuan ilmiah dibangun dan memegang tingkat kepercayaan pengetahuan ilmiah yaitu pengetahuan prosedural dan pengetahuan epistemik. Pengetahuan prosedural merupakan standar prosedur yang mendasari metode yang beragam dan praktek yang digunakan untuk membangun pengetahuan ilmiah. Pengetahuan epistemik mengacu kepada pemahaman tentang peran khusus dalam mengkonstruksi dan mendefinisikan hal-hal penting untuk proses membangun pengetahuan dalam sains.

4.2 Cara Memperbaiki Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa

Kemampuan literasi sains mahasiswa secara keseluruhan masuk kedalam kategori cukup. Pada penelitian ini seharusnya dilaksanakan dalam keadaan normal dimana kegiatan perkuliahan secara langsung baik teori di Ruang kelas maupun praktikum di Laboratorium. Kondisi tidak terduga terjadi karena adanya wabah penyakit Covid-19 yang merebak dengan cepat sehingga dengan terpaksa mengganti proses perkuliahan secara daring atau tidak tatap muka. Kegiatan perkuliahan secara daring cukup sulit, terdapat beberapa faktor yang menjadi hambatan.

Faktor tersebut seperti kondisi belajar internal mahasiswa yaitu motivasi belajar dan faktor eksternal yaitu kondisi lingkungan belajar mahasiswa. Mahasiswa harus aktif meningkatkan rasa ingin tahu terhadap permasalahan yang ada di sekitar sebagai sumber belajar. Mahasiswa untuk meningkatkan kemampuan proses sains dan implementasinya dapat dengan banyak membaca artikel ilmiah, melakukan riset dan keikutsertaan kegiatan ilmiah seperti seminar, workshop, pelatihan atau keorganisasian terkait mikrobiologi dan terapannya. Kegiatan ilmiah dapat menambah pengalaman belajar mahasiswa, meningkatkan rasa ingin tahu dan ketertarikan terhadap objek yang dipelajari. Dalam forum yang membahas permasalahan lingkungan terkait mikrobiologi, mahasiswa akan aktif mencari informasi dan berusaha menemukannya sebagai bentuk pemecahan masalah. Ilmu mikrobiologi yang didapat dari perkuliahan sebagai dasar untuk mengembangkan ilmu pengetahuan yang lebih luas dalam penerapan dan bekal di masa yang akan datang.

Dijelaskan dalam psikologi pendidikan perkuliahan secara daring menggunakan jenis kondisi belajar informasi verbal. kegiatan perkuliahan disampaikan secara verbal baik lisan, tertulis ataupun melalui gambar – gambar mengenai suatu fakta atau dikaitkan dengan sebuah peristiwa. Pengampu mengajarkan kepada mahasiswa kemampuan menyajikan gagasan mengenai apa yang dipelajari sebagai sebuah informasi verbal. informasi verbal dalam kehidupan sehari-hari digunakan untuk mengaitkan satu dengan lainnya, sehingga peserta didik memperoleh seperangkat pengetahuan baik bersifat teoritis maupun praktis.

Dalam perkuliahan mikrobiologi pengetahuan teoritis dan praktis sudah difasilitasi dapat dilihat pada Lampiran 13 Gambar 2, 3 dan 4 dimana pengampu memfasilitasi mahasiswa untuk belajar melalui diskusi, presentasi dan tugas berupa laporan tertulis dalam *soft file*. Hal ini sudah baik, namun perlu di perhatikan kondisi internal yang diperlukan untuk belajar informasi verbal yaitu perolehan dan penyimpanan informasi baru harus berkaitan dengan informasi yang telah dimiliki peserta didik. Informasi verbal yang disampaikan perlu dikaitkan dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya yaitu pengalaman dalam kehidupan

sehari-hari, oleh karena itu informasi verbal perlu dikemas secara kontekstual kehidupan sehari-hari. Kondisi eksternal diperlukan komunikasi verbal, menunjukkan gambar atau petunjuk lainnya untuk merangsang ingatan peserta didik maka perlu pengulangan dan penguatan.

Memperbaiki kemampuan literasi sains mahasiswa, maka diperlukan cara meningkatkan hasil belajar berupa wawasan pengetahuan mahasiswa. Mengutip dari Gagne (1979) mengenai fokus yang dipelajari dengan variasi kemampuan peserta didik yang harus di optimalkan yaitu :

1. Informasi verbal, setiap individu yang belajar untuk menyampaikan informasi dapat berupa fakta hingga peristiwa atau suatu fenomena baik secara lisan, tertulis atau bentuk gambar.
2. Kemahiran intelektual berupa mengasah kemampuan peserta didik dengan kemahiran membedakan, mengkombinasikan, mengklasifikasikan, menganalisis hingga menilai objek dan suatu peristiwa atau fenomena. Hasil ini lebih menekankan kemampuan berpikir yaitu hasil belajar ranah kognitif.
3. Strategi kognitif diperlukan untuk peserta didik mengasah kemampuan keterampilan berpikir, cara menganalisis masalah, pendekatan untuk memecahkan masalah. Pengampu sebagai fasilitator mengarahkan peserta didik belajar melalui strategi pembelajaran dengan pemilihan desain pembelajaran yang tepat memberikan pengalaman belajar peserta didik. Seperti contoh pendekatan inkuiri saintifik dengan model *problem base instruction*. Pembelajaran berbasis masalah mendorong kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Seperti hasil penelitian Basam (2018) menyatakan pembelajaran sains harus dibiasakan menggunakan inkuiri saintifik agar pengetahuan konseptual, keterampilan proses dan sikap ilmiah tercapai sesuai hakikat Pendidikan sains.
4. Keterampilan motorik peserta didik memiliki kemampuan tindakan motorik. Kemampuan motorik ini merupakan hasil dari pengetahuan prosedural, seperti mengoperasikan mikroskop, menghitung jumlah sel

dibawah pandang mikroskop, dll. Dibutuhkan pembelajaran praktium untuk meningkatkan keterampilan motorik peserta didik. Penguatan dalam belajar keterampilan motorik sangat diperlukan untuk meningkatkan motivasi belajar.

5. Sikap berupa hasil belajar peserta didik, yang mampu mempengaruhi pilihan bertindak. Hasil proses belajar membentuk pola tindakan berdasarkan hasil belajar yang diperoleh.

Semua variasi kemampuan belajar itu dikelola pengampu dengan menggunakan strategi belajar mengajar yang baik dengan mengempangan Rencana Perkuliahan Semester (RPS) dan implementasinya yang optimal dalam mengelola kelas. Seperti yang diungkapkan Gagne (1992) bahwa mengajar merupakan bagian dari pembelajaran dimana peran pengampu lebih ditekankan pada bagaimana merancang berbagai sumber, media, dan fasilitas untuk membantu peserta didik dalam belajar. Peserta didik sebagai subyek belajar yang memegang peranan utama, diberikan fasilitas untuk dapat beraktivitas secara individu maupun kelompok dalam proses belajar. Oleh karena itu, untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik, istilah pengajaran menempatkan pengampu atau guru sebagai pemeran untuk memberikan informasi.

Dalam pembelajaran pengampu lebih berperan sebagai fasilitator dan pengelola sumber dan fasilitas peserta didik, maka diperlukan strategi mengajar dengan desain pembelajaran berorientasi literasi sains. Diperlukan penyelenggaraan pembelajaran dan penilaian peserta didik berpusat pada aktivitas peserta didik dan berorientasi pengembangan kecakapan hidup (*Life skill*) peserta didik yang terdiri atas kecakapan berpikir, kecakapan sosial dan kecakapan akademik (Jufri, 2012). Diperlukan juga instrumen penilaian peserta didik bermuatan literasi sains yaitu menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah dan menginterpretasikan data dan bukti ilmiah.

Prinsip pembelajaran menurut ahli teori belajar kognitif piaget menyatakan bahwa struktur kognitif akan tumbuh dengan baik jika peserta didik memiliki pengalaman belajar bermakna. Maka pengampu harus memperkaya pengalaman

belajar peserta didik dengan mendesain pembelajaran yang memaksimalkan aktivitas peserta didik. Salah satu model pembelajaran yang mempengaruhi kemampuan literasi sains yaitu berdasarkan hasil penelitian Probosari *et al.* (2016) bahwa inkuiri berjenjang memberi dampak positif terhadap literasi mahasiswa calon guru biologi. Hasil penelitiannya mengatakan mahasiswa yang rajin membaca artikel ilmiah dan sumber belajar lain terlihat lebih mampu menggunakan bahasa ilmiah dan menggunakan kalimat dengan tingkat kognitif yang lebih tinggi dalam tugas penulisan karya ilmiah serta termasuk keterampilan berargumentasi. Diperlukan desain pembelajaran dan perangkat pembelajaran yang berorientasi literasi sains untuk meningkatkan kompetensi sains peserta didik yaitu kemampuan menggunakan ilmu pengetahuan dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Hasil penelitian Gherardini (2016) menyatakan bahwa terdapat pengaruh metode pengajaran dan kemampuan berpikir kritis terhadap kemampuan literasi sains, oleh karena itu pengampu perlu menerapkan metode pembelajaran yang tepat dan efektif untuk proses pembelajaran.

BAB 5

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, disimpulkan bahwa :

1. Literasi sains mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang pada Mata Kuliah Mikrobiologi semester genap tahun ajaran 2019/2020 yang mendasari kerangka literasi sains PISA 2018 yang mengakomodasi aspek pengetahuan, konteks dan kompetensi secara gabungan, menampakkan rata-rata tingkat kategori cukup, yaitu sebesar 70,25%.
2. Memperbaiki kemampuan literasi sains mahasiswa dengan cara mengembangkan Rencana Perkuliahan Semester (RPS) dan implementasinya serta mendorong keikutsertaan mahasiswa untuk mengikuti kegiatan ilmiah terkait bidang mikrobiologi/bioteknologi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang disampaikan adalah:

1. Meningkatkan kemampuan literasi sains mahasiswa melalui pengembangan RPS dan implementasinya.
2. Banyak memberi latihan soal-soal bermuatan aspek literasi sains.
3. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengukur pengetahuan prosedural dengan kegiatan praktikum secara luring dan aspek sikap literasi sains mahasiswa dengan instrumen yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Y., Mulyati, T., & Yunansah, H. (2017). *Pembelajaran Literasi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Achdiyat, M., Virgana, & Soeparlan. (2017). *Evaluasi Dalam Pembelajaran*. Tangerang: Pustaka Mandiri.
- Anagun, S., & Ozden, M. (2010). Teacher Candidates' Perceptions Regarding Socio-scientific Issues and Their Competencies in using Socio-scientific Issues in Science and Technology Instruction. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 981–985.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Basam, F., Rusilowati, A., & Ridlo, S. (2018). Profil Kompetensi Sains Siswa Dalam Pembelajaran Literasi Sains Berpendekatan Inkuiri Saintifik. *Pancasakti Science Education*, 3(1), 1-8.
- Campbell, N. A., & Reece, J. (2008). *Biologi Jilid 2 edisi 8*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Council, N. R. (1996). *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Cresswell, J. (2015). *Riset Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dani, D. (2009). Saintific and purpose for teaching science: A Case study of Lebanese Private School Teachers. (K. Richard K, & T. Neil, Eds.) *International Journal of Environmental & science Education*, 4(3), 289-299.
- Demastes, S., & Wandersee, J. H. (1992). Biological Literacy in a College Biology Classroom. *BioScience*, 42(1), 241-252.
- Fardan, A., Rahayu, S., & Yahmin. (2016). Kajian Penanaman Pengetahuan Epistemik Secara Eksplisit Reflektif Pada Pembelajaran Kimia dalam Meningkatkan Literasi siswa SMA. *Pros.Semnas Pend.IPA Pascasarjana UM*, 1, 529- 541.
- Gagne, R. M., & Briggs, L. J. (1992). *Principles of Instructional Design* (4th edition ed.). San Diego: Brace Javonovich College Publisher.
- Gagne, R., & Briggs, L. (1979). *Principles of Instructional Design*. New York: Holt Rinehart and Winston.

- Gherardini, M. (2016). Pengaruh Metode Pembelajaran Dan Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Kemampuan Literasi Sains. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 7(2), 253-264.
- Glyn, S. M., & Muth, K. D. (1994). Reading and Writing to Learn Science: Achieving Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 1057-1073.
- Halbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of Scientific literacy. *Internasional Journal of Environmental & science education*, 4(3), 275-288.
- Hamdiyanti, Y., Redjeki, S., Sudargo, F., & Fitriani, A. (2016). Biology Education Student's Profile on Microbiology Literacy. *Advance in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 57, 63-65.
- Hamdiyanti, Y., & Kusnadi. (2007). Profil Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Melalui Pembelajaran Berbasis Kerja Ilmiah Pada Mata kuliah Mikrobiologi. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 10(2), 36-44.
- Herlanti, Y., Rustaman, N., Rohman, I., & Fitriani, A. (2012). Kualitas Argumentasi Pada Diskusi Isu Sosiosaintifik Mikrobiologi Melalui Weblog. *Jurnal pendidikan IPA Indonesia*, 1(2), 168-177.
- Ikhsanudin. (2018). Analisis Kemampuan Literasi Sanis Calon Guru IPA Pada Materi Gaya. *Skripsi*.
- Impey, C. (2013). Science literacy of Undergraduates in The United States. *Organization, People and Strategi in Astronomi 2 (OPSA 2)*, 353-364.
- Jufri, W. (2012). *Belajar dan Pembelajaran Sains*. Bandung: Pusaka Reka Cipta.
- Juma, Z. (2015). *Exploring The Development Of Biological Literacy In Tanzanian Junior Secondary School Student. Thesis*. Selandia Baru: Universitas Victoria Wellington.
- Kemendikbud. (2017). *Gerakan Literasi Nasional; Materi Pendukung Literasi Sains*. Jakarta: Kemendikbud Press.
- Khoirul, A. (2015). *Pembelajaran Berbasis Inkuiri Metode dan Aplikasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Klymkowsky, M., Garvin-Doxas, K., & Zeilik, M. (2003). Bioliteracy and Teaching Efficacy: What Biologists Can Learn from Physicists. *Cell Biology Education*, 2, 155-161.
- Kusnadi, N., Rustaman, S., Redjeli, I., & Aryan. (2012). Analisis Kemunculan Keterampilan Spesifik Lab Mikrobiologi Melalui Pembelajaran

Mikrobiologi Berbasis Proyek Inkuiri “Mini-Riset” Mahasiswa Biologi. *17*(1), 53-59 .

- Madigan, M. T. (2002). *Biology of Microorganisms*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Muhajir , S. N., ECS Mahen, E. C., Yuningsih, E. K., & Rochman, C. (2015). Implentaasi Model Problem Solving Laboratory untuk meningkatkan Kemampuan Literasi sains mahasiswa pada mata kuliah Fisika Dasar II. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015*, (pp. 549-552). Bandung, 8 dan 9 Juni 2015.
- Nemeth , M. B., & Korom, E. (2012). *Science literacy and application of science knowledge*. Retrieved Februari 16, 2020, from Online at publication.bibl.u-szeged.hu:science_framework_english_55_87_u.pdf
publication.bibl.u-szeged.hu:science_framework_english_55_87_u.pdf
- Novilii , W. I., Utari, S., Saepuzaman, D., & Karim, S. (2017). Penerapan Scientific Approach dalam Upaya Melatihkan Literasi Saintifik dalam Domain Kompetensi dan Domain Pengetahuan. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika, 1*, 57-62.
- OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment Framework Key Competencies In Reading, mathematics and science*. Kanada: OECD.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assesment and Analytical Framwork Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Kanada: OECD.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Kanada: OECD.
- Osborne, J. (2005). The role of argument in Science Education. (K. Boesma, M. Goedhart, O. DeJong, & H. Eijkelhof, Eds.) *Research and Qualityof Science Springer*, 367-380.
- Pelczar, M. J., Chan, E. C., & Krieg., N. R. (1986). *Microbiology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Prescott , L. M., Harley, J. P., & Klein, D. N. (1999). *Microbiology 4th Edition*. New York: USA: McGraw-Hill companies, Inc.
- Purwanto , M., & Ngalim. (2009). *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Putra , S. R. (2013). *Desain Belajar Mengajar Kreatif Berbasis Sains*. Yogyakarta: Diva Press.
- Rahmasiwi , A., Susilo, H., & Suwono, H. (n.d.). Pengaruh Pembelajaran Diskusi Kelas Menggunakan Isu Sosiosains terhadap Literasi Sains Mahasiswa

- Baru Pada kemampuan Akademik Berbeda. *Jurnal Pendidikan*, 3(8), 980-989.
- Ridlo, S., & Alimah, S. (2013). Strategi Pembelajaran Biologi Berbasis Kompetensi dan Konservasi. *Biosaintifika*, 5(2), 121-129.
- Rifai, A., & Anni, C. T. (2018). *Psikologi Pendidikan*. Semarang: UNNES Press.
- Rohan, H. H., Rokhman, K., NLPE Sudiwati, N. L., & Rohana, I. R. (2016). *Mikrobiologi Dasar*. Yogyakarta: Deepublisher.
- Rustaman, N. Y. (2017). Mewujudkan Sistem Pembelajaran Sains/Biologi Berorientasi Pengembangan Literasi Peserta Didik. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL III TAHUN 2017 "Biologi, Pembelajaran, dan Lingkungan Hidup Perspektif Interdisipliner"*, (pp. 1-8). Malang, tanggal 29 April 2017 .
- Saputro, A. D. (2015). Pembelajaran Aktif dalam Dunia Pesantren. *Prosiding Seminas Nasional Pendidikan* (pp. 70-79). Ponorogo : FKIP Universitas Muhammadiyah Pnorogo.
- Saribas, D. (2015). Investigating the Relationship between Pre-Service Teachers' Scientific Literacy, Environmental Literacy and Life-Long Learning Tendency. *Science Education International*, 26(1), 80-100.
- Sengul, O. (2019). Linking Scientific Literacy, Scientific Argumentation and Democratic Citizenship. *Universal Journal of Educational Research*, 7(4), 1090-1098.
- Shofiyah, N. (2015). Deskripsi Literasi Sains Awal Mahasiswa Pendidikan IPA Pada Konsep IPA. *Journal pedagodia*, 4(2), 113-120.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006). The Use of Scientific Literacy Taxonomy for Assessing the Development of Chemical Literacy Among High-School Students. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(4), 203-225.
- Singh, S., & Singh, S. (2016). What is scientific literacy: A review paper. *International Journal of Academic Research and Development*, 1(2), 15-20.
- Sudjana, N., & Ibrahim. (2012). *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru algensindo.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Toharudin, U., Hendrawati, S., & Rustaman, A. (2011). *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*. Bandung: Humaniora.

- Turiman , P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 59, 110 – 116.
- (n.d.). *Undang – Undang Republik Indonesia nomor 12 tahun 2012 tentang Pendidikan .*
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia Di Era Global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Kanjuruhan Malang, 1*, 264-278.
- Winata , A., Cacik, S., & Setia, I. (2016). Analisis kemampuan awal Literasi Sains Mahasiswa Pada Konsep IPA. *Education and Human Development Journal, 1*(1), 34-36.
- Wulandari, N., & Sholihin, H. (2016). Analisis Kemampuan Literasi Sains pada Aspek Pengetahuan dan Kompetensi Sains Siswa SMP pada Materi Kalor. *Research Artikel Center For Science Education EDUSAINS, 8*(1), 66-73.
- Yulianti, Y. (2017). Literasi sains dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas, 3*(2), 21-28.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kisi-kisi Butir Soal Literasi Sains

KISI – KISI SOAL LITERASI SAINS MIKROBIOLOGI

Materi : Teori dan Praktik
 Jumlah soal : 45 butir
 Topik bahasan : Bakteri

Indikator PISA	Sub. Indikator PISA	Indikator soal	Materi	Tingkat kognitif						Tipe Pengetahuan PISA	Konteks PISA	No Soal
				Tinggi		Sedang		Rendah				
				C1	C2	C3	C4	C5	C6			
1.Menjelaskan fenomena ilmiah	1.1 mengingat dan mengaplikasikan pengetahuan saintifik yang tepat	1.1.1. mahasiswa mampu menganalisis bakteri sebagai organisme prokariotik	Struktur Bakteri				√			Konten	Personal	1
		1.1.3.mahasiswa mampu menganalisis struktur tambahan	Struktur Bakteri				√			Konten	Personal	2

		pada bakteri yaitu phili										
		1.1.4. mahasiswa mampu menemukan fungsi yang benar dari struktur kapsul pada bakteri	Struktur Bakteri			√				Konten	Personal	3
		1.1.8. Mahasiswa mampu menganalisis jalur metabolisme bakteri <i>Zymomonas mobilis</i> pada penelitian produksi etanol dari alang-alang	Bakteri dan lingkungan				√			epistemik	Lokal/ Nasional	15
		1.1.9. Mahasiswa mampu mengolongkan bakteri <i>Zymomonas mobilis</i> berdasarkan sumber nutrisinya pada penelitian	Bakteri dan lingkungan		√					Konten	Lokal/ Nasional	17

		produksi etanol dari alang-alang										
		1.1.10 Mahasiswa mampu menganalisis cara pada proses pembusukkan daging yang disebabkan bakteri	Bakteri dan lingkungan				√			Konten	Global	19
	1.2 menjelaskan implikasi potensial dari pengetahuan sains untuk masyarakat	1.2.2. mahasiswa mampu menganalisis kelebihan dari bakteri <i>E.coli</i> yang dapat bermanfaat dibidang industry	Habitat dan populasi bakteri				√			Epistemik	Global	6
		1.2.4. Mahasiswa mampu memberikan saran upaya pencegahan penyakit gingivitis kronis dan periodontitis kronis	Penyakit akibat bakteri					√		Konten	Global	8

		1.2.5.Mahasiswa mampu memahami manfaat dari uji bakteriologis pada air minum	Bahaya Bakteri		√					Epistemik	Lokal/ Nasional	9
		1.2.7.Mahasiswa mampu menganalisis peran bakteri <i>Zymomonas mobilis</i> dalam menghasilkan produk etanol	Peran bakteri				√			Konten 26	Lokal / Nasional	14
	1.3membuat dan menentukan prediksi yang sesuai	1.3.1Mahasiswa mampu menganalisis manfaat penggunaan sterilisasi UHT pada industri pangan	Sterilisasi				√			Konten	Lokal/ Nasional	25

		1.3.2 mahasiswa mampu memprediksi variabel bebas dan variabel terikat dari penelitian bakteri <i>E.coli</i> yang dipengaruhi gen X	Isolasi bakteri				√			Prosedural	Personal	33
		1.3.3.mahasiswa mampu menganalisis waktu yang optimal untuk pengamatan koloni bakteri dan menyertakan alasan pendukung	Identifikasi bakteri				√			Epistemik	Personal	34
		1.3.4mahasiswa mampu menjelaskan yang dimaksud satu CFU (<i>colony forming unit</i>)	Identifikasi koloni		√					Konten	Personal	35

		1.3.5 mahasiswa mampu memprediksikan tipe rancangan penelitian dari sebuah artikel	Isolasi bakteri				√			Prosedural	Personal	45
		1.3.6 mahasiswa mampu memprediksikan hasil penelitian yang tidak sesuai mengenai pengaruh gen X terhadap pertumbuhan bakteri <i>E.coli</i>	Isolasi bakteri				√			Prosedural	Personal	36
2.Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	2.1 menjelaskan dan mengevaluasi berbagai cara ilmuwan untuk memastikan data	2.1.1 Mahasiswa mampu menganalisis cara yang tidak mampu membunuh bakteri <i>E.coli</i>	Habitat dan populasi bakteri				√			Konten	Personal	5

yang riabel (dapat dipercaya) dan objektif dan penjelasan yang dapat di generalisasikan	2.1.3.Mahasiswa mampu menganalisis morfologi BAL pada studi awal produksi enzim amilase	Morfolog i bakteri				√			Konten	Lokal/ Nasional	12
	2.1.5.Mahasiswa mampu menganalisis penyebab bakteri resisten pada penyakit TBC sehingga sulit disembuhkan	Bakteri Resisten				√			Epistemik	Global	20
	2.1.6.Mahasiswa mampu menganalisis pola perilaku masyarakat yang menyebabkan penyakit TBC sulit disembuhkan	Bakteri resisten				√			Epistemik	Global	21
	2.1.7.Mahasiswa mampu	Antibakte ri				√			Epitemik	Lokal/ Nasional	22

		menganalisis peran minuman fermentasi (yogurt) dapat menghambat bakteri pathogen										
		2.1.8.Mahasiswa mampu menggolongkan macam-macam probiotik	Macam dan sifat fisiologik bakteri		√					Konten	Personal	23
		2.1.9Mahasiswa mampu menganalisis hasil penelitian terkait pengaruh yogurt terhadap bakteri pathogen	Antibakteri				√			Epistemik	Personal	24
	2.2 Mengidentifikasi pertanyaan yang dapat	2.2.1.Mahasiswa mampu menunjukkan proses sterilisasi	Sterilisasi			√				Konten	Personal	26

	diselidiki secara ilmiah	menggunakan ketel uap										
		2.2.2.Mahasiswa mampu menyusun kembali urutan proses isolasi bakteri	Isolasi bakteri					√		Prosedural	Personal	27
		2.2.3. Mahasiswa mampu mengevaluasi asal sumber bakteri dan metode isolasi bakteri pada suatu penelitian isolasi bakteri penghasil enzim amilase	Habitat dan populasi, isolasi bakteri					√		Prosedural	Personal	28
		2.2.3.Mahasiswa mampu menyelidiki penyebab bakteri gram negatif berwarna merah	Pewarnaan bakteri				√			Prosedural	Personal	29

		pada hasil pewarnaan gram										
		2.2.4.Mahasiswa mampu mengevaluasi metode isolasi bakteri yang digunakan pada penelitian isolasi bakteri pendegradasi plastik	Isolasi bakteri				√			Prosedural	Lokal / Nasional	30
		2.2.5.mahasiswa mampu mengidentifikasi bentuk bakteri dan hasil pewarnaan gram	Pewarnaan bakteri				√			Prosedural	Personal	32

		2.2.6 mahasiswa mampu mengevaluasi hasil penelitian senyawa X terhadap <i>survival rate</i> hewan uji terhadap bakteri <i>S.pyogenes</i> strain 13	Isolasi bakteri					√		Prosedural	Global	41
		2.2.7. mahasiswa mampu mengevaluasi hasil penelitian keseluruhan <i>Kirby-Bauer</i> dan <i>challenge test</i> kemampuan antimikroba senyawa X terhadap bakteri <i>S.pyogenes</i> strain 13	Isolasi bakteri					√		Prosedural	Global	42
3. Interpretasikan data dan	3.1 mengubah data dari satu	3.1.1. Mahasiswa mampu menganalisis waktu optimum pada	Pertumbuhan bakteri					√		Prosedural	Lokal / Nasional	11

memberikan bukti ilmiah	bentuk ke bentuk lainnya	kurva pertumbuhan bakteri asam laktat untuk studi awal produksi enzim amilase										
		3.1.5.Mahasiswa mampu menganalisis hasil penelitian hubungan suhu dengan pertumbuhan bakteri pada daging	Bakteri dan lingkungan				√			Prosedural	Lokal/ Nasional	18
		3.1.7.Mahasiswa mampu menganalisis hasil penelitian terkait pengaruh yogurt terhadap bakteri pathogen	Antibakteri				√			Konten	Personal	24
	3.2 identifikasi asumsi, bukti dan	3.2.2. Mahasiswa mampu membuktikan bakteri <i>E.coli</i>	Habitat dan populasi				√		Epistemik	Personal	4	

	alasan dalam teks sains	termasuk bakteri heterotroph										
	3.2.3.Mahasiswa mampu menemukan karakteristik bakteri <i>staphylococcus</i> dari sebuah teks	Morfologi bakteri	√							Konten	Personal	7
	3.2.5.Mahasiswa mampu mengidentifikasi karakteristik bakteri coliform pada uji bakteriologis air minum	Morfologi bakteri	√							Konten	Personal	10
	3.2.7.Mahasiswa mampu menganalisis alasan industri banyak menggunakan bakteri <i>Bacillus sp.</i> untuk memproduksi enzim amilase	Bakteri dan lingkungan				√				Epistemik	Lokal/ Nasional	13

		3.2.9. Mahasiswa mampu menganalisis bukti faktor lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan bakteri <i>Zymomonas mobilis</i>	Bakteri dan lingkungan				√			Konten	Lokal / Nasional	16
	3.3 menganalisis dan menginterpretasikan data dan menggambarkan kesimpulan yang tepat	3.3.1. Mahasiswa mampu menyimpulkan bahwa identifikasi hasil isolasi bakteri pendegradasi bakteri adalah benar bakteri <i>Bacillus</i>	Identifikasi bakteri					√		Epistemik	Global	31
		3.3.2. mahasiswa mampu menggolongkan bakteri dari hasil penelitian yang termasuk bakteri nitrifikasi	Identifikasi bakteri				√			Prosedural	Personal	37

		3.3.3.mahasiswa mampu menggolongkan bakteri dari hasil penelitian yang termasuk bakteri denitrifikasi	Identifikasi bakteri				√			Prosedural	Personal	38
		3.1.10.mahasiswa mampu menggolongkan bakteri <i>Nitrosomonas</i> ke dalam kelompok bakteri dari hasil penelitian	Identifikasi bakteri				√			Prosedural	Personal	39
		3.3.5.mahasiswa mampu menggolongkan medium pertumbuhan bakteri berdasarkan susunan kimia	Isolasi bakteri				√			Prosedural	Personal	40

		3.3.6.mahasiswa mampu menggolongkan bakteri probiotik yang efektif menghambat bakteri pathogen	Isolasi bakteri				√			Prosedural	Global	43
		3.3.7.mahasiswa mampu menggolongkan bakteri probiotik memiliki kemampuan spesifik menghambat bakteri patogen <i>Vibrio</i> sp	Isolasi bakteri				√			Prosedural	Global	44

Lampiran 2. Instrumen Soal Literasi Sains Mahasiswa Materi Teori dan Praktikum

“ LITERASI SAINS MIKROBIOLOGI”

PENGANTAR SOAL

1. Soal ini digunakan untuk mengukur tingkat literasi mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi terkait topik bakteri.
2. Soal ini berlandaskan pada kerangka berpikir soal literasi sains *Programme International Student Assessment* (PISA) 2018, yakni (1) menjelaskan fenomena secara ilmiah, (2) mengevaluasi dan mendesain penemuan secara ilmiah, dan (3) menginterpretasikan data dan bukti secara ilmiah dengan mencakup tipe pengetahuan konten, prosedural dan epistemik dalam konteks personal, lokal, dan global pada pengetahuan mikrobiologi.
3. Isilah identitas di bawah ini dengan benar

PETUNTUK UMUM

1. Bacalah narasi dan intruksi soal terlebih dahulu sebelum Anda menjawab butir-butir soal.
2. Memilih salah satu opsi yang benar dari lima opsi yang tersedia dari setiap soal.
3. Pastikan telah mengerjakan soal sejumlah butir soal yang diberikan.
4. Periksa kembali pekerjaan Anda sebelum pekerjaan anda dikirimkan.
5. Kerjakan soal ini secara jujur

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 1-3

BAKTERI: Prokariotik atau Eukariotik?

Bakteri merupakan organisme yang diduga hidup pertama di bumi. Bakteri salah satu golongan organisme prokariotik (tidak memiliki selubung inti). Salah satu yang membedakan sel prokariotik dan eukariotik adalah komposisi dan konstruksi molekular dinding sel. Dinding sel eukariotik disusun dari selulosa atau kitin, sedangkan prokariotik sebagian besar bakteri mengandung peptidoglikan dimana jaringan polimer gula termodifikasi yang terkait-silang oleh polipeptida pendek. Bakteri memiliki informasi genetik berupa DNA yang berbentuk sirkuler, panjang dan bisa disebut *nucleoid*. Tes biokimia pewarnaan gram merupakan kriteria yang efektif untuk klasifikasi. Hasil pewarnaan akan menunjukkan perbedaan dasar dan kompleks pada sel bakteri (struktur dinding sel), sehingga dapat membagi bakteri menjadi 2 kelompok yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif.

Pada pewarnaan Gram, golongan bakteri gram positif akan memberikan warna ungu karena memiliki lapisan dinding sel peptidoglikan setebal 20-80 nm sedangkan Bakteri Gram negatif memberikan warna merah karena memiliki lapisan dinding sel peptidoglikan yang tipis yaitu 5-10 nm dengan komposisi utama: lipoprotein, membran luar dan polisakarida. Dinding sel dari banyak bakteri dilapisi oleh kapsul, lapisan lengket dari polisakarida atau protein. Kapsul ini berfungsi untuk melindungi bakteri dari dehidrasi, dan beberapa melindungi bakteri patogen dari serangan sistem kekebalan inangnya. Beberapa bakteri melekat ke substratnya atau melekat satu sama lain dengan tonjolan protein mirip rambut-rambut dikenal sebagai fimbria atau pili dan pergerakan bakteri yang paling umum adalah flagella. Flagella tersebar diseluruh permukaan sel atau berpusat pada salah satu atau kedua ujung bakteri

Sumber : campbel biologi edisi kedelapan jilid 2

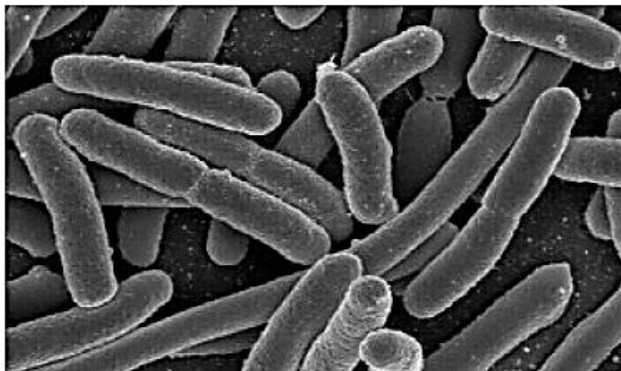
1. Berdasarkan narasi di atas, manakah pernyataan yang benar mengenai bakteri termasuk organisme prokariotik atau eukariotik?
 - a. Bakteri termasuk organisme eukariotik karena tidak memiliki selubung inti sel, materi genetik berupa RNA
 - b. Bakteri termasuk organisme prokariotik karena memiliki selubung inti sel, materi genetik berupa RNA
 - c. Bakteri termasuk organisme eukariotik karena memiliki selubung inti sel, materi genetik DNA double helix
 - d. **Bakteri termasuk organisme prokariotik karena tidak memiliki selubung inti sel, materi genetik berupa DNA sirkuler**
 - e. Bakteri termasuk organisme prokariotik karena tersusun atas multiseluler dan RNA sirkuler

2. Terdapat beberapa bakteri melekatkan diri pada substrat atau melekatkan diri satu dengan lainnya yaitu menggunakan struktur tambahan, struktur tersebut adalah....
 - a. Flagella
 - b. Spora
 - c. Dinding sel
 - d. Kapsul
 - e. **Phili**

3. Manakah pernyataan yang benar terkait fungsi dari kapsul pada bakteri...
 - a. Sebagai pembungkus inti sel bakteri
 - b. Sebagai memberi bentuk sel bakteri
 - c. Sebagai alat gerak bakteri
 - d. Sebagai tempat berlangsungnya metabolisme bakteri
 - e. **Sebagai pelindung bakteri dari dehidrasi**

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 4-6

Escherichia coli di alam terbuka hidup di dalam tanah, tanah menjadi media pertumbuhan yang baik untuk bakteri ini dan menyebabkan peningkatan konsentrasi *E. coli* dalam tanah. *E. coli* tidak dapat dibunuh dengan pendinginan maupun pembekuan, Bakteri ini hanya bisa dibunuh oleh antibiotik, sinar Ultraviolet (UV), atau suhu tinggi $>100^{\circ}\text{C}$. *E.coli* yang tidak direkayasa genetika (*wild type*) umumnya tidak dapat hidup jika ada antibiotik seperti *amphicillin* dan kloramfenikol. Bakteri *E. coli* ditemukan pada tahun 1885 oleh Theodor Escherich dan diberi nama sesuai dengan nama penemunya. berikut morfologi dan klasifikasi bakteri *E.coli*:



Domain	: Bacteria
Kingdom	: Eubacteria
Phylum	: Proteobacteria
Class	: Gammaproteobacteria
Order	: Enterobacteriales
Family	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Escherichia</i>
Species	: <i>Escherichia coli</i>

Kebutuhan nutrisi *E. coli* tidak jauh berbeda dengan nutrisi manusia, yaitu gula, protein, dan lemak. *E. coli* memiliki kemampuan lebih karena dapat mencerna asam organik (asetat) dan garam anorganik (amonium sulfat) sebagai sumber nutrisi karbon dan nitrogen. Bakteri ini tidak mampu mengkonsumsi karbohidrat rantai panjang dan juga tidak dapat melakukan fotosintesis. Bakteri *E. coli* juga merupakan makhluk heterotrof yang tergantung pada molekul-molekul organik sederhana seperti gula, protein, dan asam organik.

Banyak industri kimia mengaplikasikan teknologi fermentasi yang memanfaatkan *E. coli*, misalnya dalam produksi obat-obatan seperti insulin dan antibiotik. Secara teoritis, ribuan jenis produk kimia bisa dihasilkan oleh bakteri ini dengan syarat genetiknya sudah direkayasa sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan jenis produk tertentu yang diinginkan. Mengingat besarnya peranan ilmu bioteknologi dalam aspek-aspek kehidupan manusia maka tidak bisa dipungkiri juga betapa besar manfaat *E. coli* bagi kita. Hampir semua rekayasa genetika di dunia bioteknologi selalu melibatkan *E coli* karena struktur genetiknya yang sederhana dan mudah untuk direkayasa. Penggunaannya adalah sebagai vektor untuk menyisipkan gen-gen tertentu yang diinginkan melalui plasmid untuk dikembangkan. Bakteri *E. coli* dipilih karena pertumbuhannya sangat cepat dan mudah dalam penanganannya.

Sumber : Sutiknowati L I. 2016. Bioindikator Pencemar, Bakteri *Escherichia coli*. *Oseana*. Volume XLI(4): 63 – 71

4. Berikut manakah pernyataan yang membuktikan bahwa bakteri *E.coli* termasuk bakteri heterotrof ?

- a. Kebutuhan nutrisi Bakteri *E.coli* tidak jauh seperti manusia membutuhkan karbohidrat, vitamin dan lemak
- b. Kebutuhan nutrisi Bakteri *E.coli* tidak jauh seperti tumbuhan membutuhkan cahaya dan zat anorganik
- c. **Sumber nutrisi berasal dari molekul organik yang tersedia seperti gula, protein dan asam organik**
- d. Sumber nutrisi bakteri *E.coli* beragam yaitu memanfaatkan semua senyawa yang tersedia di alam
- e. Sumber karbon bakteri *E.coli* berasal dari zat kimia untuk mendapatkan energi

5. Bakteri *E.coli* dapat hidup dalam terbuka dengan syarat-syarat pertumbuhan yang mendukung kehidupannya, Berikut manakah yang tidak dapat digunakan untuk membunuh bakteri *E.coli* ?

- a. Pemanasan
- b. Desinfektan
- c. Sinar Ultraviolet
- d. **Pembekuan dibawah 0 °C**
- e. Antibiotik

6. Bakteri *E.coli* banyak digunakan di dunia industri kimia untuk di aplikasikan dalam membuat produk bioteknologi modern. Apa alasan industri menggunakan peran bakteri *E.coli*?

- a. Bakteri *E.coli* paling banyak ditemukan di alam dan mudah di manfaatkan
- b. **Bakteri *E.coli* struktur genetiknya sederhana mudah direkayasa dan pertumbuhannya cepat**
- c. Bakteri *E.coli* pertumbuhannya tegak lurus sebanding dengan media yang digunakan
- d. Media pertumbuhan Bakteri *E.coli* sederhana sehingga mudah dikulturkan
- e. Bakteri *E.coli* harganya murah jika dijadikan agen untuk produksi bioteknologi

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 7-8

Identifikasi Bentuk Sel Bakteri Anaerob Berdasarkan Warna Koloni pada *Gingival Crevicular Fluid* Pasien Gingivitis Kronis dan Periodontitis Kronis

Penyakit periodontal merupakan penyakit yang menyerang jaringan pendukung gigi. Tahap awal peradangan jaringan periodontal adalah gingivitis kronis dan berlanjut menjadi periodontitis kronis. Penyakit periodontal disebabkan oleh bakteri plak yang didominasi bakteri anaerob Gram-positif dan Gram-negatif di dalam sulkus gingiva. Bakteri tersebut dapat tumbuh dan berkembangbiak dalam *gingival crevicular fluid* yang merupakan salah satu agen pertahanan rongga mulut dan mengandung nutrisi untuk perkembangan bakteri. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bentuk sel bakteri anaerob berdasarkan warna koloni yang dominan pada GCF pasien gingivitis kronis dan periodontitis kronis. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan subyek penelitian yang terdiri dari 2 kelompok, yaitu 12 pasien gingivitis kronis dan 12 pasien periodontitis kronis. Kesimpulan

Penelitian ini adalah bentuk sel bakteri anaerob berdasarkan warna koloni pada GCF pasien gingivitis kronis dan periodontitis kronis terdiri dari *streptococcus*, *staphylococcus*, *coccus soliter*, *coccobacillus*, dan *basil*. Identifikasi bentuk bakteri berdasarkan warna koloni dominan pada GCF pasien gingivitis kronis yaitu warna koloni abu-abu, kuning, dan putih. Warna koloni abu-abu dan kuning mempunyai bentuk *staphylococcus* Gram-positif, dan warna koloni putih mempunyai bentuk *streptococcus* Gram-positif, sedangkan pada GCF pasien periodontitis kronis yaitu hitam, abu-abu, dan kuning yang menunjukkan bahwa warna koloni abu-abu dan kuning mempunyai bentuk *basil* Gram-negatif, serta hitam mempunyai bentuk *coccobacillus* Gram-negatif.

Sumber : Widodo, S.A. *et al.* 2014. Identifikasi Bentuk Sel Bakteri Anaerob Berdasarkan Warna Koloni pada *Gingival Crevicular Fluid* Pasien Gingivitis Kronis dan Periodontitis Kronis. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*. Jember : universitas jember

7. Berdasarkan penelitian diatas ditemukan bentuk bakteri *staphylococcus* pada pasien GCF Gingivitis kronis, yang memiliki karakteristik....
 - a. Warna koloni abu-abu bersifat gram negatif
 - b. Berwarna koloni kuning dan gram negatif
 - c. Warna koloni abu-abu dan kuning bersifat gram positif**
 - d. Berwarna koloni hitam dan gram positif
 - e. Berwarna koloni hitam dan gram negatif

8. Terhadap penyakit gingivitis kronis dan periodontitis kronis merupakan infeksi gusi yang menyerang jaringan pendukung gigi di dalam rongga mulut yang disebabkan bakteri plak, upaya apa untuk mencegah penyakit tersebut?
- Menjaga kebersihan gigi dengan berkumur air
 - Menjaga kebersihan gigi dengan rajin menggosok gigi**
 - Tidak sering memakan makanan manis
 - Gosok gigi hanya satu kali sehari
 - Sering makan buah dan sayur

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 9-10

KAJIAN KUALITAS BAKTERIOLOGIS AIR MINUM ISI ULANG DI KABUPATEN BLORA

Uji kualitas bakteriologis air minum isi ulang adalah dengan melihat ada tidaknya kontaminasi bakteri dalam air minum tersebut. Syarat bakteriologis air minum menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002, air minum tidak boleh mengandung bakteri patogen, yang dapat menyebabkan penyakit terutama penyakit saluran pencernaan, yaitu bakteri coliform. Standar kandungan bakteri coliform dalam air minum 0 per 100 ml. Bakteri coliform merupakan suatu kelompok bakteri heterogen, berbentuk batang, gram negatif, aerob dan anaerob fakultatif. Pada kondisi aerob, bakteri ini mengoksidasi asam amino, sedangkan jika tidak terdapat oksigen, metabolisme bersifat fermentatif, dan energi diproduksi dengan cara memecah laktosa menjadi asam organik dan gas dalam waktu 24-48 jam, pada suhu 35^oC

Bakteri coliform secara umum memiliki sifat dapat tumbuh pada media agar sederhana, bentuk koloni sirkuler dengan diameter 1-3 mm, elevasi sedikit cembung, permukaan koloni halus, tidak berwarna atau abu-abu dan jernih. Bakteri coliform di bedakan menjadi 2 tipe, yaitu *non fecal* dan *fecal coliform*. Contoh dari tipe *non fecal coliform* adalah *Enterobacter* dan *klebsiella*. *Enterobacter* dan *Klebsiella* ini biasanya ditemukan pada hewan dan tanaman yang telah mati. Tipe dari bakteri coliform ini dapat menyebabkan penyakit saluran pernafasan. Contoh dari tipe *fecal coliform* adalah bakteri *Escherechia coli*, merupakan bakteri yang berasal dari kotoran manusia dan hewan. Tipe dari bakteri coliform ini dapat menyebabkan penyakit saluran pencernaan. Keberadaan bakteri coliform dalam air sangat mempengaruhi baik buruknya kualitas air minum.

Sumber : Natalia L A., S. HarninaBintari., D. Mustikaningtyas. 2014. Kajian Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang Di Kabupaten Blora. *Unnes Journal of Life Science* 3 (1): 31-38

9. Berdasarkan narasi diatas, mengapa air minum harus dibutuhkan uji bakteriologis?
- Agar menghindari dari bakteri probiotik
 - Agar terhindar dari bakteri patogen coliform**
 - Agar terhindar dari bakteri asam laktat

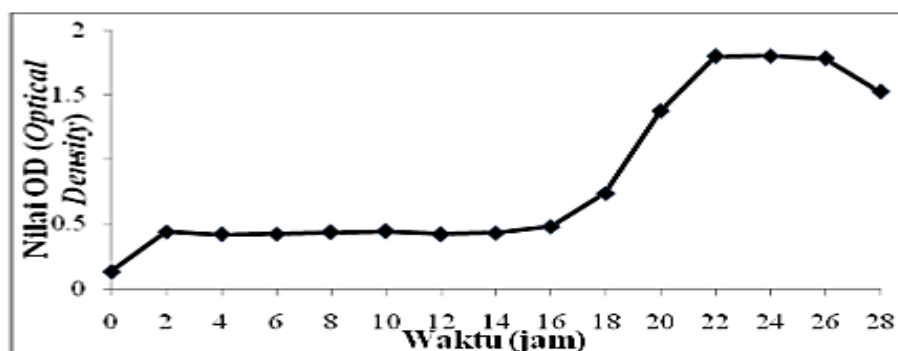
- d. Agar air tetap steril dari organisme fermentatif
 - e. Agar air tetap terjaga mineral yang dibawa oleh mikroorganisme
10. Pada uji bakteriologis, kita perlu mengetahui ciri-ciri karakteristik bakteri coliform agar dapat mengecek kualitas air minum. Berikut manakah karakteristik yang benar mengenai bakteri coliform?
- a. Termasuk bakteri heterogen, berbentuk batang, gram positif, bentuk koloni sirkuler
 - b. Termasuk bakteri heterogen, berbentuk bulat, gram negatif, bentuk koloni sirkuler
 - c. Termasuk bakteri autotroph, bentuk batang, gram negatif, bentuk koloni sirkuler, koloni tidak berwarna
 - d. Bentuk koloni sirkuler, elevasi sedikit cembung, permukaan koloni halus, warna koloni abu-abu, bentuk sel kokus
 - e. **Bentuk koloni sirkuler, elevasi sedikit cembung, permukaan koloni halus, warna koloni tidak berwarna**

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 11-13

MORFOLOGI DAN KARAKTERISASI PERTUMBUHAN BAKTERI ASAM LAKTAT (UM 1.3A) DARI PROSES FERMENTASI WIKAU MAOMBO UNTUK STUDI AWAL PRODUKSI ENZIM AMILASE

Enzim amilase dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti tanaman, binatang dan mikroorganisme. Amilase telah diturunkan dari beberapa jamur, ragi, bakteri dan actinomycetes. Akan tetapi, enzim dari jamur dan bakteri merupakan sumber yang dominan pada sektor industri. Alasannya adalah *Bacillus sp.* Strain bakteri paling banyak digunakan untuk memproduksi amilase karena kelangsungan hidupnya pada kondisi dengan kadar air yang rendah dan lebih mudah mengisolasi mikroorganisme yang termotabil. Amilase jamur cukup labil, dihancurkan dengan cepat pada suhu diatas 60°C, sedangkan amilase bakteri yang paling stabil dan menunjukkan sedikit inaktivasi pada suhu sampai 85°C . Selain *Bacillus sp.*, bakteri lain yang dapat menghasilkan enzim amilase adalah bakteri asma laktat (BAL). Hasil penelitian karakterisasi morfologi BAL yang ditemukan diantaranya yaitu bentuk koloni bulat, warna putih susu, permukaan licin dan ketika umur isolate tersebut sudah tua warnanya akan agak kekuning-kuningan berserabut.

Berikut hasil karakterisasi pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (UM 1.3A)



Gambar 2. Kurva pertumbuhan isolat UM1.3A berdasarkan nilai OD (*Optical Density*).

Sumber : Dahlan A. *et al.*2017. Morfologi Dan Karakterisasi Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (Um 1.3a) Dari Proses Fermentasi *Wikau Maombo* Untuk Studi Awal Produksi Enzim Amilase. *J. Sains dan Teknologi Pangan*.Vol. 2 (4): hlm 657-663

11. Tujuan pembuatan kurva pertumbuhan pada BAL yang digunakan adalah untuk mengetahui waktu tumbuh optimum dari bakteri tersebut. Dari data di atas pada rentang waktu berapa pertumbuhan optimum bakteri asam laktat tersebut adalah?
 - a. 14-18
 - b. 12-16
 - c. 18-22
 - d. **15-22**
 - e. 22-28

12. Dari hasil penelitian tersebut, bagaimana morfologi bakteri asam laktat yang ditemukan dari hasil isolasi bakteri tersebut?
 - a. **Bentuk koloni bulat, warna putih susu, permukaan licin**
 - b. Bentuk koloni bulat, warna abu-abu, permukaan licin
 - c. Bentuk koloni tidak beraturan, warna kekuningan, permukaan berserabut
 - d. Bentuk koloni tidak beraturan, warna kekuningan, permukaan cembung
 - e. Bentuk koloni bulat, warna putih susu, permukaan cembung

13. Pada bidang industri, mengapa memilih menggunakan bakteri *Bacillus sp.* untuk memproduksi enzim amilase?
 - a. Bakteri *Bacillus sp.* mampu hidup ditempat yang ekstrem sehingga tahan terhadap panas yang tinggi
 - b. Bakteri *Bacillus sp.* mampu hidup di kondisi lembab dan berair, serta mudah di isolasi dari alam
 - c. **Bakteri *Bacillus sp.* mampu hidup pada kondisi kadar air rendah dan lebih mudah di isolasi karena bersifat termostabil**
 - d. Enzim amilase lebih banyak dihasilkan bakteri *Bacillus sp* dari pada dari jenis jamur dan actinomycetes
 - e. Enzim amilase dari strain bakteri *Bacillus sp.* memiliki batas denaturasi 60°C

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 14-17

Potensi Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv) dalam Produksi Etanol Menggunakan Bakteri *Zymomonas mobilis*

Sumber selulosa yang murah dan melimpah dapat diperoleh dari gulma alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv). Produksi etanol dari bahan baku selulosa alang-alang umumnya difermentasikan oleh *yeast*. Pada penelitian ini fermentasi dilakukan menggunakan bakteri *Zymomonas mobilis*. Pemilihan bakteri fermentatif ini berdasarkan pada beberapa keunggulan yang dimiliki antara lain mampu tumbuh dan mengkonsumsi gula dengan cepat menggunakan jalur *Entner-Doudoroff* (ED) (sekitar 1 μ mol glukosa per menit per mg protein sel), toleran terhadap konsentrasi substrat tinggi hingga 30% glukosa, toleran terhadap suhu tinggi hingga 40°C, toleran terhadap kadar etanol tinggi hingga 16%, dan mampu menghasilkan etanol hingga 13%.

Peningkatan kadar etanol seiring dengan waktu fermentasi menunjukkan adanya aktivitas sel bakteri yang aktif melakukan proses fermentasi menghasilkan etanol. Faktor yang mempengaruhi peningkatan kadar etanol selama proses fermentasi adalah ketersediaan substrat gula reduksi dan jumlah mikroorganisme *Z. mobilis*. Faktor lingkungan fisik dan kimia yang optimal juga dapat meningkatkan hasil fermentasi, diantaranya suhu 30°C, pH 4, dan kondisi yang anaerob. Suhu dan pH mempengaruhi kinerja enzim-enzim dalam jalur *Entner-Doudoroff*, diantaranya enzim *fosfoglukokinase* yang mengkonversi glukosa menjadi glukosa 6-fosfat. Keberadaan oksigen dapat meningkatkan akumulasi asetaldehid, asam asetat, dan metabolit lain yang dapat menghambat pembentukan etanol, sedangkan tanpa adanya oksigen terdapat peningkatan kinerja enzim *piruvat decarboxylase* dan *alcohol dehidrogenase* yang berperan dalam pembentukan etanol. Berikut hasil penelitian potensi Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv) dalam produksi etanol menggunakan bakteri *Zymomonas mobilis*

Sumber : kartikasari S D. S. Nurhatika. A. Muhibidin. Potensi Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv) dalam Produksi Etanol Menggunakan Bakteri *Zymomonas mobilis*. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. Vol. 2 (2) : 2337-3520

14. Berdasarkan penelitian tersebut, bagaimana peran bakteri *Zymomonas mobilis* dalam menghasilkan produk etanol?
 - a. Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme Embden-Meyerhof Parnas-Pathway (EMP)
 - b. Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme Heksosa Monofosfat (HMF)
 - c. Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme Fosfoketolase (FK)
 - d. Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme Entner- Doudoroff (ED)**
 - e. Bakteri *Zymomonas mobilis* menghasilkan etanol melalui jalur metabolisme siklus Calvin Benson

15. Setelah menjawab pertanyaan nomor 14, maka apa alasan yang membuktikan bakteri *Zymomonas mobilis* menggunakan jalur metabolisme tersebut?
- Bakteri *Z. mobilis* mampu mengubah glukosa 1 μmol glukosa per detik per mg protein sel
 - Bakteri *Z. mobilis* menggunakan enzim fosfooksidase untuk mengkonversi glukosa menjadi glukosa 6-fosfat
 - Bakteri *Z. mobilis* terdapat enzim *phosphohexose isomerase*, *phosphofruktokinase* dan *adolase* yang berperan dalam pembentukan etanol
 - Bakteri *Z. mobilis* terdapat enzim *phosphohexose-gliserate kinase*, *phosphogliserat mutase* dan *enolase* yang berperan dalam pembentukan etanol
 - Bakteri *Z. mobilis* terdapat enzim fosfoglukokinase, piruvat decarboxylase dan alcohol dehidrogenase yang berperan dalam pembentukan etanol**
16. Proses metabolisme *Zymomonas mobilis* dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang dapat mengoptimalkan hasil proses metabolisme, faktor-faktor tersebut adalah....
- Optimal pada suhu 30°C, pH 4, dan kondisi anaerob**
 - Optimal pada suhu 30°C, pH 4, dan kondisi anaerob fakultatif
 - Optimal pada suhu 27°C, pH 6, dan kondisi aerob
 - Optimal pada rentang suhu 25 – 27 °C, pH 4 dan kondisi anaerob
 - Optimal pada suhu ekstrem, pH asam dan kondisi anaerob
17. Bakteri *Zymomonas mobilis* berdasarkan dari sumber nutrisinya untuk memperoleh energi, termasuk kedalam jenis bakteri....
- Fototrof
 - Kemotrof
 - Autotrof
 - Heterotrof**
 - Fotoautotrof

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 18-19

Populasi Bakteri dan Jamur pada Daging Sapi dengan Penyimpanan Suhu Rendah

Pertumbuhan bakteri dan jamur selalu diikuti dengan kegiatan enzimatik, sehingga akan merubah komposisi kimia media. Perubahan komposisi tersebut tereksresi dalam bentuk pembusukan, sehingga tidak layak lagi untuk dikonsumsi. Kerusakan dapat dipercepat oleh kenaikan suhu, kelembaban dan ketersediaan oksigen. Dalam hal ini faktor yang paling mudah dikendalikan adalah suhu. Secara umum dalam kehidupan sehari-hari dikenal 3(tiga) lingkungan suhu penyimpanan. Lingkungan tersebut adalah suhu kamar (20- 35°C), *Refrigerator* (5-7°C) dan *freezer* (0 sd -5°C). Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk penjual daging untuk menentukan suhu penyimpanan yang sesuai dengan waktu penggunaannya.

Enzim yang dilepaskan ke media, oleh bakteri dan jamur digunakan untuk mengubah senyawa pada media agar menjadi senyawa sederhana yang terlarut, sehingga dapat berdifusi ke dalam sel mikroorganisme tersebut dan digunakan untuk metabolisme. Protein digunakan oleh mikroorganisme melalui proses metabolisme yang enzimatik. Proses metabolisme adalah serangkaian reaksi kimia sel. Enzim pembusuk pada daging adalah eksoenzim yang proteolitik maupun lipolitik, yang secara umum akan bekerja optimal pada suhu kamar. Sebagai rangkaian proses kimia maka metabolisme akan terhambat pada kondisi suhu rendah.

Tabel 1. Jumlah Bakteri pada daging dengan suhu dan lama penyimpanan yang berbeda (10^4 /gram)

Lama (jam) penyimpanan	Suhu Penyimpanan			Rata-rata
	Kamar	<i>Refrigerator</i>	<i>Freezer</i>	
0	40,00 ^c	0,30 ^c	49,67 ^c	40,00
3	53,00 ^{bc}	41,67 ^c	40,30 ^c	45,00
6	74,00 ^b	42,67 ^c	40,67 ^c	42,40
9	124,30 ^a	44,67 ^c	42,00 ^c	70,30
12	150,30 ^a	44,61 ^c	41,67 ^c	78,89
15	139,60 ^a	44,00 ^c	41,67 ^c	75,10
18	128,30 ^a	43,00 ^c	41,00 ^c	70,70
Rata-rata	101,38	43	41	

Sumber : Priharsanti A.H.T. 2009. Populasi Bakteri dan Jamur pada Daging Sapi dengan Penyimpanaan Suhu Rendah. Sains Peternakan Vol. 7 No 2 :hlm. 66-72

18. Perhatikan data jumlah bakteri pada daging dengan dengan suhu dan lama penyimpanan. Manakah pertumbuhan bakteri yang sangat signifikan menggambarkan populasi bakteri di dalam daging?
- Pada penyimpanan ke – 0 hingga 3 jam pertama populasi pertumbuhan bakteri konstan
 - Pada penyimpanan ke- 3 jam pada perbedaan tempat suhu daging rata-rata populasi pertumbuhan $42,40 \times 10^4$
 - Pertumbuhan koloni bakteri tumbuh pesat pada rentang penyimpanan 3 sampai 6 jam pertama penyimpanan daging
 - Pertumbuhan koloni bakteri tumbuh pesat pada daging yang telah disimpan 9 jam pada suhu kamar**
 - Pertumbuhan koloni bakteri pada daging yang disimpan di refrigerator tergolong konstan
19. Bagaimana proses pembusukkan pada daging yang disebabkan oleh bakteri?
- Protein daging digunakan oleh bakteri untuk proses metabolisme enzimatik proses pembusukkan daging
 - Bakteri melepaskan eksoenzim pada daging yang menyebabkan pembusukkan**
 - Bakteri melepaskan enzim proteolitik pada suhu 5°C menyebabkan pembusukkan
 - Pada suhu kamar bakteri melepaskan enzim endoenzim yang menyebabkan pembusukkan
 - Pada suhu kamar bakteri membentuk koloni-koloni baru yang menyebabkan pembusukkan

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 20-21

Analisis Penyebab Resistensi Obat Anti Tuberkulosis

Tuberkulosis (TB) menjadi masalah kesehatan global, penyebab kesakitan jutaan penduduk setiap tahun dan menempati peringkat kedua penyebab kematian karena penyakit infeksi di dunia setelah HIV-AIDS. Faktor penghambat keberhasilan pengobatan TB, diantaranya adalah pengobatan pasien TB yang tidak lengkap dan tidak adekuat berasal dari ketidakteraturan dan ketidakpatuhan pasien minum obat, regimen, dosis, dan cara pemakaian obat yang tidak benar, terputusnya ketersediaan Obat Anti TB (OAT), dan kualitas obat yang rendah. Resistensi OAT secara mikrobiologi disebabkan oleh mutasi genetik dan hal ini membuat obat tidak efektif melawan basil mutan, mutasi terjadi spontan dan berdiri sendiri menghasilkan resistensi OAT. Masalah resistensi OAT pada pengobatan TB perlu segera ditanggulangi karena angka kejadian resistensi selalu mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Hasil survei secara global menemukan bahwa OAT yang resisten terhadap bakteri *Mycobacterium tuberculosis* sudah menyebar dan mengancam kegiatan program pemberantasan dan penanggulangan tuberkulosis di berbagai negara di seluruh dunia. Resistansi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) terhadap OAT adalah keadaan dimana bakteri tidak dapat lagi diobati dengan OAT yang efektif mengeliminasi MTB.

Sumber : Nugrahaeni D. K. & U.S. Malik. 2015. Analisis Penyebab Resistensi Obat Anti Tuberkulosis. Jurnal kesehatan masyarakat. Vol 11 (1): hlm : 8-15

20. Banyak orang terinfeksi penyakit Tuberculosis (TB) dan sulit sembuh akibat bakteri yang menginfeksi resisten terhadap obat anti TB. Simpulkan mengapa hal tersebut dapat terjadi?
- a. Bakteri dapat menghindari serangan antibiotik yang diberikan kedalam tubuh
 - b. Bakteri mudah beradaptasi dan menemukan cara bertahan seperti melakukan mutasi genetik**
 - c. Bakteri memperbanyak spora sehingga semakin kuat beradaptasi terhadap lingkungan ekstrem
 - d. Bakteri dapat mati dalam tubuh akibat antibiotik lalu dapat tumbuh kembali jika faktor lingkungan mendukung
 - e. Bakteri menyukai lingkungan yang terdapat antibiotik didalam tubuh sehingga pasien sulit untuk sembuh

21. Pola perilaku apa yang dapat menyebabkan penyakit TB sulit disebutkan dikalangan masyarakat?
- a. Pasien rajin minum obat dan menjauhi pola hidup tidak sehat
 - b. Dosis pasien terlalu rendah sehingga tidak mampu membunuh bakteri
 - c. Pasien terlalu banyak minum tipe obat sehingga terjadi resisten pada bakteri terhadap obat
 - d. Pasien tidak rajin minum obat dalam rentang waktu yang disarankan sehingga bakteri resisten terhadap obat**
 - e. Pasien sering dibawah kipas angin menyebabkan dada sesak sehingga terjadi batuk berdarah penyebab kondisi pasien semakin parah

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 22-24

Uji Antibakteri Yoghurt Sinbiotik Terhadap Beberapa Bakteri Patogen Enterik

Prebiotik adalah karbohidrat kompleks yang tidak dapat dicerna saluran pencernaan dan dapat menstimulasi pertumbuhan bakteri menguntungkan dalam usus manusia. Secara umum prebiotik bermanfaat bagi kesehatan dengan memberi nutrisi khusus bagi bakteri yang menguntungkan, sehingga meningkatkan jumlah bakteri yang menguntungkan dan mengurangi jumlah bakteri merugikan di dalam usus manusia. Bakteri probiotik adalah bakteri yang dikonsumsi dalam keadaan hidup, bertahan hidup dalam saluran pencernaan setelah melalui rintangan yakni enzim di air liur, suasana asam lambung dan garam empedu, mampu melekat pada saluran pencernaan, menjaga keseimbangan mikroflora usus serta memberi efek kesehatan.

Bakteri yoghurt yaitu *L. bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* tidak termasuk bakteri probiotik. Yoghurt ditambahkan *L. acidophilus*, agar mempunyai efek fungsional bagi kesehatan. Istilah sinbiotik digunakan pada produk yang mengandung probiotik dan prebiotik sekaligus. Beberapa prebiotik yang mengandung fruktosa seperti inulin dan fruktooligosakarida diketahui mampu mengubah komposisi mikroflora dalam sistem pencernaan ke arah dominasi Bifidobacterium. Hal tersebut sering disebut efek bifidogenik. Beberapa efek positif dari bifidogenik adalah penghambatan *Escherichia coli*, *Clostridia* dan berbagai bakteri patogen, penurunan terjadinya kasus diare, penyerapan senyawa-senyawa beracun, penurunan kadar kolesterol dalam serum, membantu proses pembentukan dan pembuangan feses serta membantu tubuh dalam penyerapan kalsium.

Hasil dari penelitian ini menguji antibakteri yogurt sinbiotik dengan jenis prebiotik tepung kedelai, tepung pisang dan tapioka terhadap pertumbuhan *Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, dan *S. Aureus*. Disimpulkan Jenis prebiotik berpengaruh terhadap daya antibakteri yoghurt sinbiotik. Sumber prebiotik yang paling berpotensi untuk meningkatkan daya antibakteri adalah tepung kedelai. Lama penyimpanan berpengaruh terhadap daya antibakteri yoghurt sinbiotik. Umur simpan 20 hari memiliki kemampuan menghambat ke tiga bakteri patogen paling tinggi.

Sumber : Purwijantiningsih E. 2011. Uji Antibakteri Yoghurt Sinbiotik Terhadap Beberapa Bakteri Patogen Enterik. *Biota*.Vol. 16 (2): 173-177

22. Berdasarkan narasi tersebut, bagaimana peran yogurt sinbiotik mampu menghambat bakteri patogen dalam tubuh?
- Gabungan prebiotik dan probiotik membentuk kekebalan imun tubuh untuk melawan bakteri patogen
 - Prebiotik dan probiotik memberi efek fungsional menjaga keseimbangan mikroflora ke arah bifidogenik yaitu menghambat bakteri patogen**
 - Peran probiotik dan prebiotik memberi energi tubuh lebih banyak untuk melawan bakteri patogen yang memberikan efek negatif tubuh
 - Bakteri probiotik pada yogurt simbiotik mengandung fruktosa seperti inulin dan fruktooligosakarida yang dapat menghambat bakteri patogen
 - Prebiotik dalam yakult adalah bakteri yang dikonsumsi dalam keadaan hidup mampu bertahan disaluran pencernaan dan mampu menekan bakteri patogen

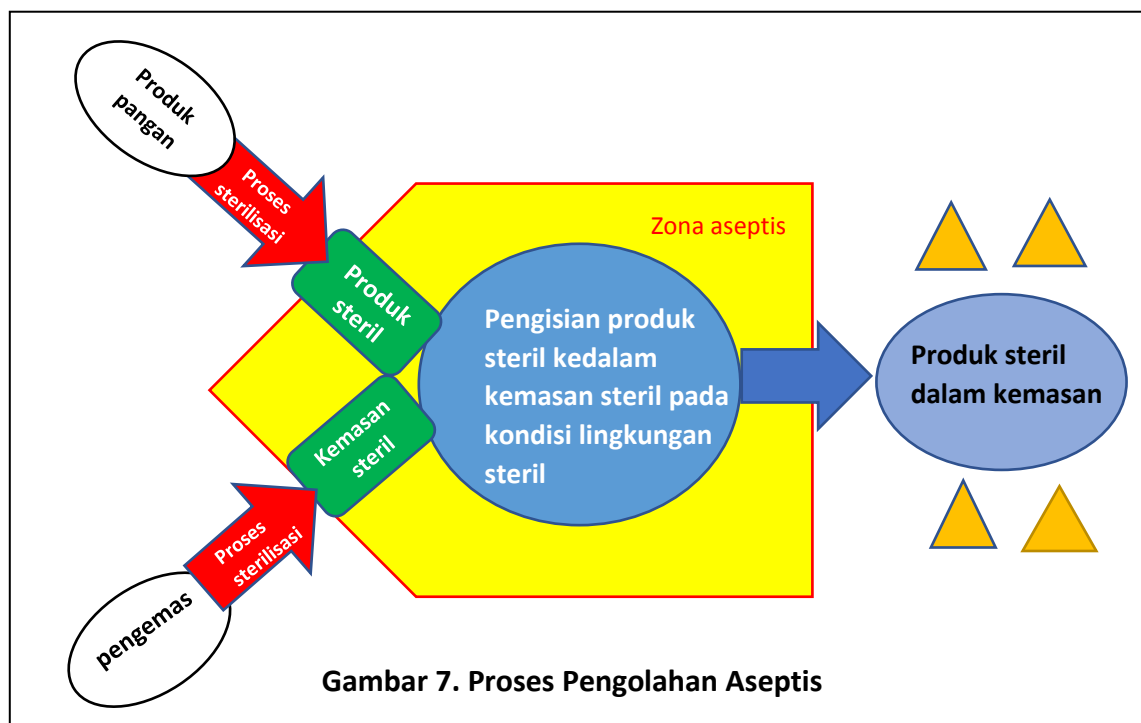
23. Berikut manakah yang *bukan* termasuk bakteri probiotik?
- Lactobacillus bulgaricus***
 - Lactobacillus casei*
 - Lactobacillus acidophilus*
 - Bifidobacterium bifidum*
 - Lactobacillus bifidus*
24. Berikut manakah pernyataan yang tidak benar terkait hasil penelitian di atas?
- Jenis prebiotik berpengaruh terhadap daya antibakteri yogurt sinbiotik terhadap bakteri patogen
 - Prebiotik tepung kedelai paling berpotensi untuk meningkatkan daya antibakteri yogurt sinbiotik terhadap bakteri patogen
 - Yogurt sinbiotik ditambahkan bakteri probiotik *L. acidophilus* berpengaruh terhadap daya tahan bakteri**
 - Jenis prebiotik berpengaruh terhadap daya antibakteri yogurt sinbiotik
 - Lama penyimpanan berpengaruh terhadap daya antibakteri yoghurt

Perhatikan narasi dibawah ini untuk menjawab pertanyaan nomor 25-26

Sterilisasi Produk Kombinasi dengan Teknik Pengolahan Aseptik

Praktek proses panas di industri dapat dilakukan dengan dua metoda, yaitu pemanasan dilakukan (i) setelah produk dikemas atau (ii) sebelum produk dikemas dalam wadah. Proses pengalengan pangan pada umumnya merupakan proses panas produk pangan dalam kemasannya, dimana produk dalam kaleng akan disterilisasikan dengan menggunakan ketel uap (*retort*). Proses pemanasan demikian berlangsung pada suhu 110-121 °C dalam waktu yang sangat lama. Tergantung pada jenis produk pangan dan ukuran kemasannya, proses pemanasan dengan *retort* bisa berlangsung dari 40-120 menit; atau bahkan lebih.

Sebaliknya, proses panas UHT (*Ultra High Temperature*) paling rendah dilakukan pada suhu 135-150°C selama sekitar 2-15 detik. Pemanasan demikian, mampu membunuh spora bakteri tahan panas sehingga tercapai kondisi sterilitas produk yang diinginkan dan sekaligus mampu meminimalisir tingkat kerusakan mutu (tektur, warna, citarasa dan flavor) dan zat gizi. Produk pangan yang populer diproduksi dengan teknik UHT antara lain adalah susu, sari buah, teh, sup, dan produk pangan cair lainnya. Proses pemanasan pada suhu tinggi dalam waktu yang singkat ini bisa dilakukan dengan berkembangnya proses pengolahan aseptis (Gambar 7). Pada dasarnya, proses pengolahan aseptis terdiri atas tiga (3) komponen utama yaitu (i) proses sterilisasi produk, (ii) proses sterilisasi bahan kemasan, dan (iii) proses sterilisasi zona aseptis; yaitu zona dimana proses pengisian dan penutupan secara aseptis dilakukan.

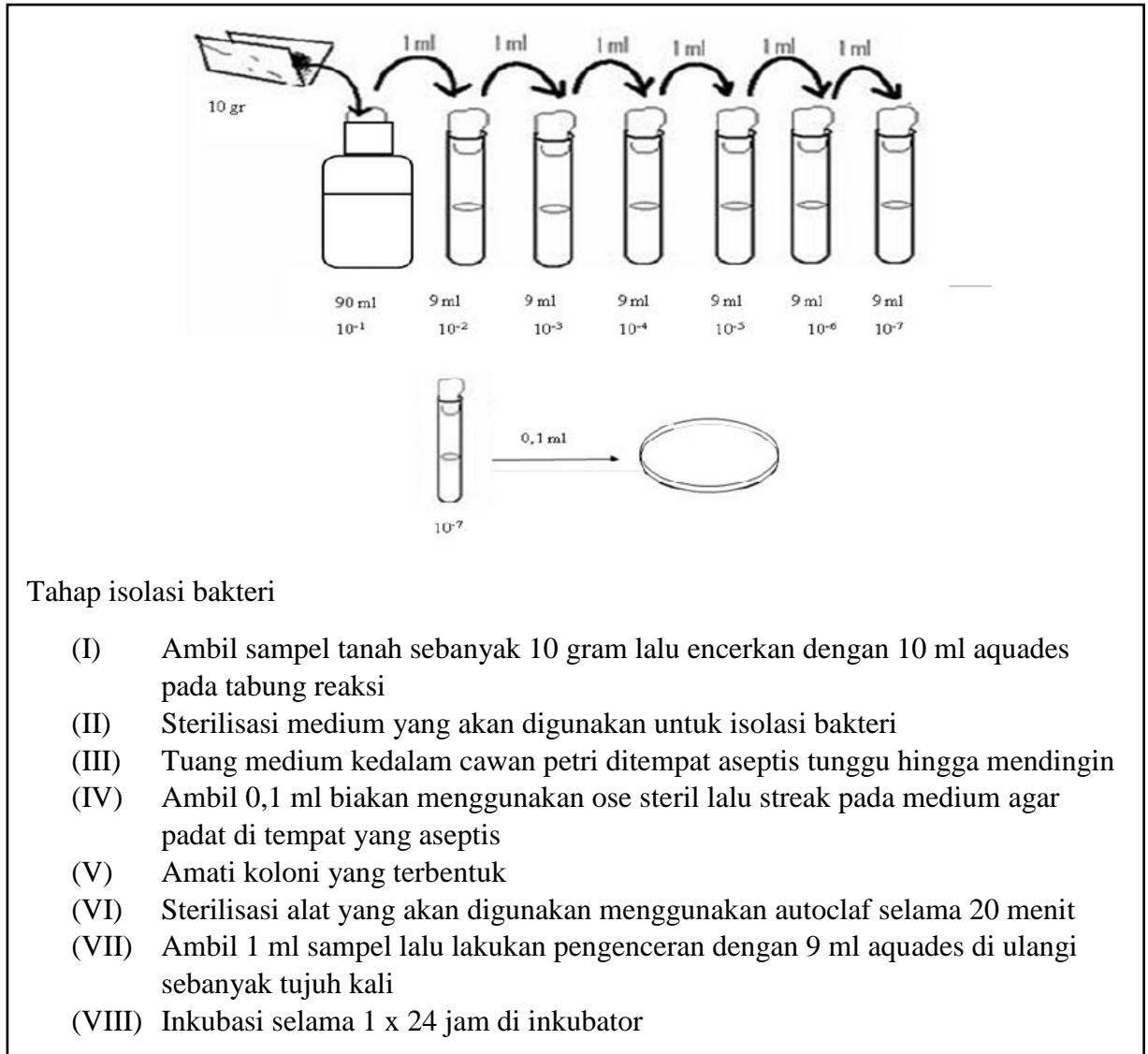


Gambar 7. Proses Pengolahan Aseptis

Sumber : Hariyadi, Purwiyatno.2010.*Sterilisasi UHT dan Pengemasan Aseptik*. Bogor : Penerbitan Ikatan Dokter Indonesia

25. Apa manfaat dari proses panas UHT (*Ultra High Temperature*) dengan suhu 135-150°C selama sekitar 2-15 detik dalam proses produksi pengolahan bahan pangan?
- Bahan pangan akan lebih sehat dan terjamin
 - Bahan pangan akan terbebas dari bakteri dan racun
 - Bahan pangan steril dan mampu mempertahankan mutu**
 - mampu mempertahankan mutu dan tekstur bahan pangan
 - mampu mempertahankan citra rasa dan nilai gizi bahan pangan
26. Proses pengalengan pangan dengan pemanasan produk di dalam pengemasan menggunakan suhu 110-121 °C dengan tekanan 2 atm dengan lama waktu 40-120 menit. Hal ini menggunakan jenis proses pemanasan menggunakan....
- Proses panas HTST
 - Proses panas UHT
 - Proses panas ketel uap (*retort*)**
 - Proses panas pengukusan
 - Proses panas perebusan

Perhatikan Langkah kerja isolasi bakteri dibawah ini untuk pertanyaan nomor 27



Tahap isolasi bakteri

- (I) Ambil sampel tanah sebanyak 10 gram lalu encerkan dengan 10 ml aquades pada tabung reaksi
- (II) Sterilisasi medium yang akan digunakan untuk isolasi bakteri
- (III) Tuang medium kedalam cawan petri ditempat aseptis tunggu hingga mendingin
- (IV) Ambil 0,1 ml biakan menggunakan ose steril lalu streak pada medium agar padat di tempat yang aseptis
- (V) Amati koloni yang terbentuk
- (VI) Sterilisasi alat yang akan digunakan menggunakan autoclaf selama 20 menit
- (VII) Ambil 1 ml sampel lalu lakukan pengenceran dengan 9 ml aquades di ulangi sebanyak tujuh kali
- (VIII) Inkubasi selama 1 x 24 jam di inkubator

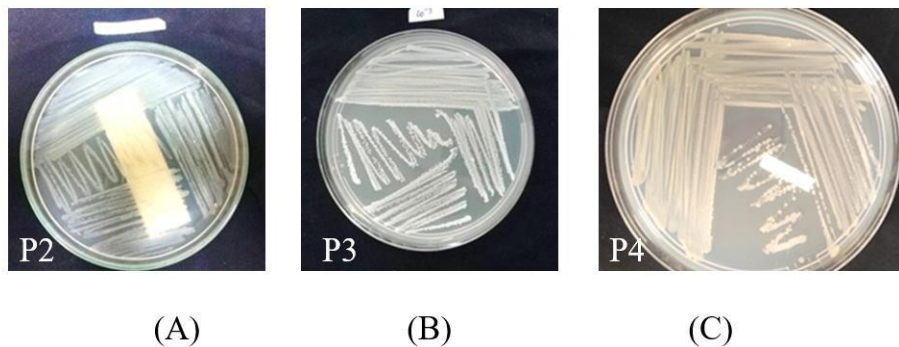
27. Tahap isolasi yang disampaikan narasi tersebut apakah sudah benar? Coba sampaikan urutan yang benar terkait kegiatan isolasi bakteri....
- a. Benar, dimulai dari I-II-III-IV-V-VI-VII-VIII
 - b. Salah, dimulai dari II-III-I-VII-IV- VIII-VI- V
 - c. Benar, dimulai dari I-II-III-V-IV-VI-VII-VIII
 - d. Salah , dimulai dari VI-II-III-I-VII-IV-VIII-V**
 - e. Salah, dimulai dari VI-II-III-VII-I-IV-VIII-V

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 28

Isolasi Bakteri *Indigenous* Penghasil Enzim Protease dari Limbah Cair Industri Tempe

Industri tempe merupakan industri skala rumah tangga yang jumlahnya hampir tersebar diseluruh wilayah Indonesia. Sebagian besar industri tempe tersebut masih dikelola secara sederhana. Terutama dalam hal pengolahan limbah. Penggunaan bakteri indigenous yang mampu mendegradasi senyawa organik dalam limbah bisa menjadi salah satu upaya untuk menangani kasus pencemaran lingkungan perairan dengan upaya bioremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri indigenous penghasil enzim protease untuk digunakan sebagai agen bioremediasi limbah cair industri tempe. Isolasi sampel limbah cair industri tempe yang diambil dari Desa Sambirejo, Gayamsari, Kota Semarang dimurnikan dengan menggunakan media Nutrient broth (NB), kemudian diinokulasi dan dipurifikasi menggunakan media Nutrient Agar (NA).

Hasil Purifikasi Mikroorganisme. A: Isolat pengenceran 10^{-2} , B: Isolat pengenceran 10^{-3} , C: Isolat pengenceran 10^{-4}

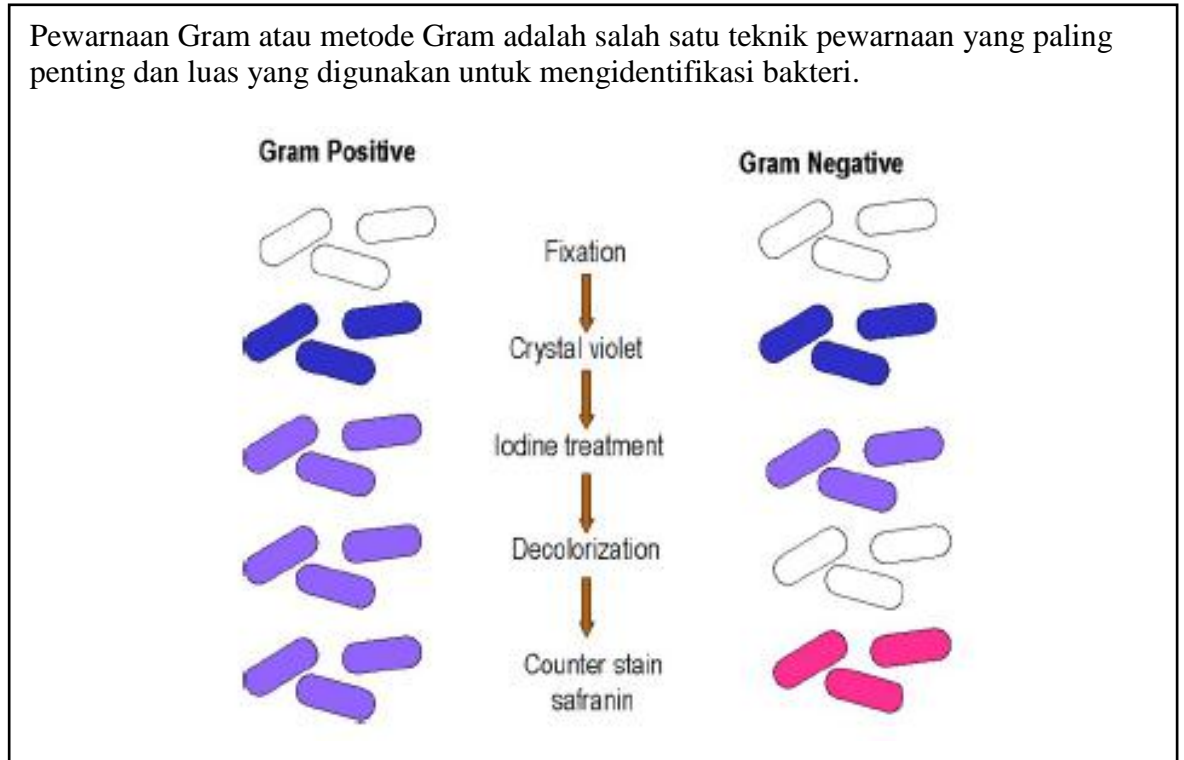


Sumber : Winahyu P. *et al.* 2019. Isolasi Bakteri *Indigenous* Penghasil Enzim Protease dari Limbah Cair Industri Tempe Dalam : Prosiding Mahasiswa Seminar Nasional. Vol 1. Semarang. Hlm. 140-146

28. Dari Berdasarkan narasi di atas, sampel dan teknik isolasi apa yang digunakan pada pada penelitian isolasi bakteri tersebut?
- Limbah padat tempe dan *Spead plate method*
 - Limbah cair tempe dan *Streak plate method***
 - Limbah cair tempe dan *Pour plate method*
 - Tanah dan *Spead plate method*
 - Tanah dan *streak plate method*

Perhatikan pewarnaan gram dibawah ini untuk pertanyaan nomor 29

Pewarnaan Gram atau metode Gram adalah salah satu teknik pewarnaan yang paling penting dan luas yang digunakan untuk mengidentifikasi bakteri.

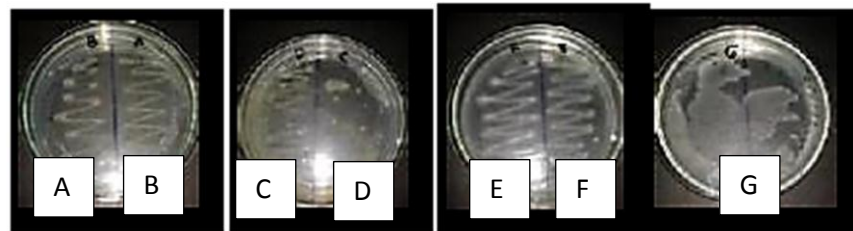


29. Bakteri gram negatif saat pewarnaan gram memberikan warna merah ketika di amati di bawah mikroskop Mengapa hal tersebut bisa terjadi ?
- Karena pewarna safranin tidak dapat menembus dinding sel bakteri
 - Karena pewarna Kristal violet tetap bertahan di dinding sel bakteri
 - Karena dinding sel bakteri mengalami dehidrasi
 - Karena lipid terekstrasi dari dinding sel, pori-pori terbuka menyerap safranin**
 - Karena dinding sel bakteri terdiri atas peptidoglikan yang tebal

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 30-31

ISOLASI, IDENTIFIKASI 16S rRNA DAN KARAKTERISASI MORFOLOGI BAKTERI PENDEGRADASI PLASTIK POLIETILEN (PE)

Metode penguraian sampah masih terus dipelajari dan dikaji. Salah satu alternatif penguraian sampah plastik adalah dengan menggunakan mikroorganisme tanah yang berpotensi dalam penguraian sampah plastik. Berikut data hasil penelitian; hasil isolasi bakteri dari tanah yang diambil dari permukaan plastik yang terkubur diperoleh 9 isolat murni yang berhasil dikultur dan ditumbuhkan dalam bentuk biakan murni.

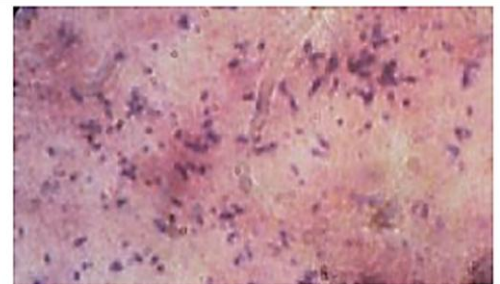


Gambar 1. Kultur murni isolat A, B, C, D, E, F, dan G

Hasil pengamatan morfologi isolat potensial, yaitu isola G diketahui memiliki karakteristik sebagai berikut

Tabel 1. Perbandingan karakter isolat bakteri G dan *Bacillus*

Karakter morfologi	Isolat G	<i>Bacillus</i> (de Vos et al., 2009)
Bentuk	<i>Irregular</i>	<i>Circular - Irregular</i>
Warna	Putih	Putih-krem
Gram	Positif	Positif
Tepian	<i>Crenate</i>	<i>Crenate / fimbriate</i>
Bentuk sel	Basil	Basil



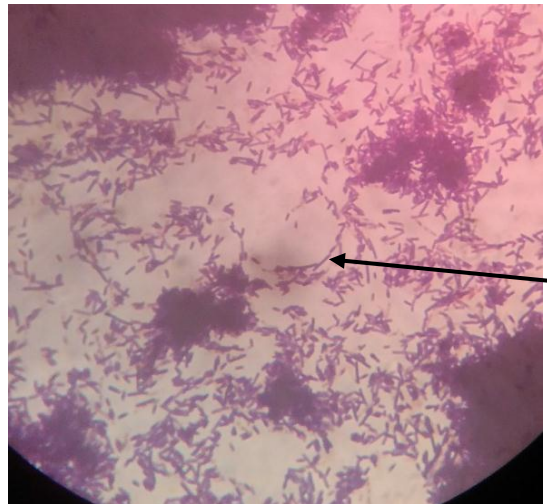
Gambar 5. Hasil pewarnaan gram isolat bakteri G (perbesaran 1000x)

Kesimpulan penelitian ini yaitu Isolat G merupakan isolat yang memiliki aktivitas degradasi terbesar dibandingkan dengan delapan isolat lain yang diperoleh. Berdasarkan identifikasi molekuler dan uji konfirmasi berdasarkan karakter morfologi diketahui bahwa isolat G memiliki kemiripan/ homolog dengan genus *Bacillus*

Sumber : Pangestu, N.S. et al. Isolasi, Identifikasi 16S Rrna Dan Karakterisasi Morfologi Bakteri Pendegradasi Plastik Polietilen (Pe). Jurnal Biologi, Vol 5(1); Hlm. 24-29

30. Andi adalah seorang mahasiswa yang akan mengisolasi bakteri tanah yang berpotensi pendegradasi plastic polietilen. Dari data di atas manakah yang termasuk hasil isolasi bakteri metode *pour plate*?
- A & B
 - C & D
 - E & F
 - E
 - G**
31. Perhatikan data pada penelitian tersebut, pada tabel data hasil identifikasi bakteri G. Apakah dapat disimpulkan bahwa bakteri isolat G merupakan bakteri *Bacillus*?
- Tidak karena sumber masih diragukan
 - Tidak karena bakteri G memiliki tepian yang tidak spesifik
 - Hasil identifikasi bakteri tidak sesuai dengan bakteri genus *Bacillus* karena terdapat perbedaan
 - Bakteri G masih di duga termasuk tipe bakteri genus *Bacillus* karena memiliki bentuk koloni yang sama
 - Identifikasi bakteri G dirujuk melalui sebuah artikel ilmiah, memiliki pencirian yang sama dengan bakteri genus *Bacillus***

Perhatikan gambar dibawah ini!



32. Berdasarkan hasil pengecatan gram bakteri oleh seorang mahasiswa, identifikasilah bentuk bakteri yang ditunjuk anak panah dan termasuk bakteri gram apakah hasil pengecatan tersebut?
- Coccus dan gram negatif
 - Streptococcus dan gram positif
 - Vibrio dan gram negatif
 - streptobacillus dan gram positif**
 - spirillum dan gram positif

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 33-36

Pengaruh kehadiran gen X pada pertumbuhan sel *E.coli* strain Top1 (*high level of recombinant gen expression, unusual cell size*)

Kultur starter *E.coli* **transforman** pRT-gen X dan **non-transforman** diinokulasikan pada medium agar pertumbuhan dengan menggunakan metode spread. Pengamatan yang dilakukan 8 jam setelah inokulasi awal menunjukkan adanya 91 *colony forming unit* (CFU) pada cawan petri A yang mengandung *E. coli* non-transforman dan 17 CFU pada cawan petri B yang mengandung *E. coli* transforman. CFU merupakan satuan ukuran populasi bakteri pada media padat, setiap koloni bakteri yang jelas terpisah dari koloni lainnya dihitung sebagai satu CFU. Koloni bakteri ini awalnya berasal dari satu sel bakteri yang mengalami pembelahan terus-menerus menghasilkan sekumpulan bakteri dalam satu koloni

Di akhir inkubasi, diamati kultur sel *E. coli* memenuhi cawan petri A dan B berturut-turut setelah 24 dan 36 jam. Metode penghitungan *plate count* yang menggunakan metode pengenceran berseri dilakukan untuk mengetahui jumlah sel yang ada didalam kedua cawan petri tersebut di akhir pengamatan.

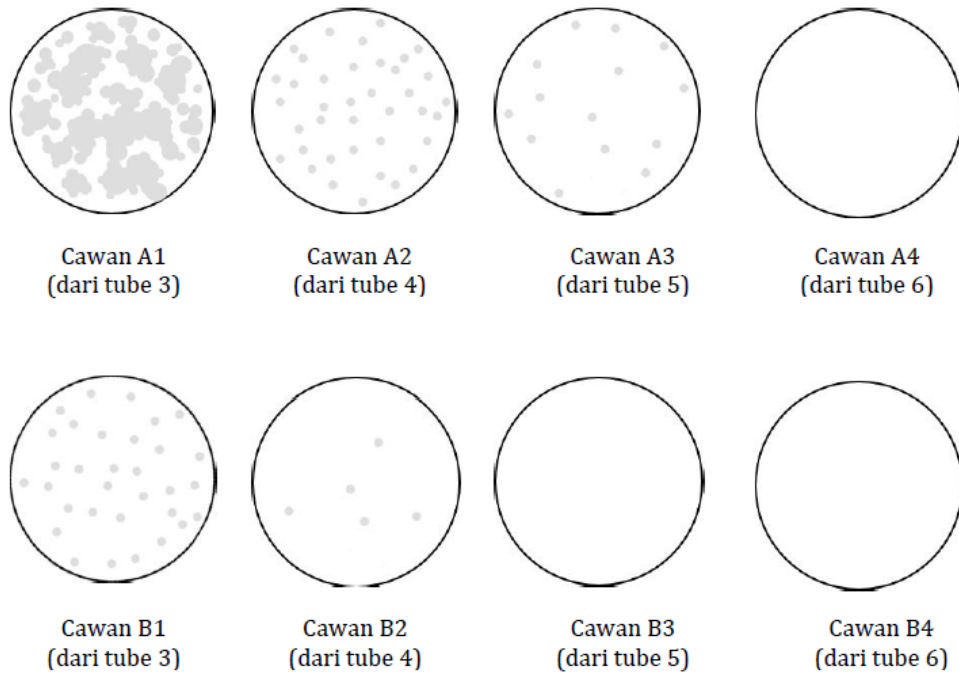
Berikut adalah cara kerja praktikum yang diberikan oleh Prof. Tobi untuk metode pengenceran berseri :

Alat dan Bahan :

1. 10 buah tabung reaksi
2. 4 buah cawan petri berisi agar LB (media padat pertumbuhan bakteri, diameter 100 mm)
3. 50 ml larutan M9 (garam fisiologis, media cair pertumbuhan bakteri)
4. Pipet tetes
5. Pemanas spiritus
6. Pipet sedotan
7. Vortex

Metode :

1. Siapkan 6 tabung reaksi. Isi tube 1 dengan 5 ml larutan M9. Isi tube 2 – 6 dengan 4.5 ml larutan M9.
2. Ambil bakteri yang terdapat pada area seluas 1 mm x 1 mm pada permukaan agar di cawan petri. Masukkan ke dalam tube 1. Homogenisasi hingga merata menggunakan vortex.
3. Ambil 0.5 ml larutan pada tube 1 dan masukkan ke dalam tube 2. Homogenisasi hingga rata.
4. Lakukan langkah 3 untuk tube 3 hingga 6.
5. Inokulasi cawan petri pertama dengan mengambil 1ml larutan di dalam tube 3. Tuang larutan kedalam cawan petri dan sebarkan hingga merata.
6. Ulangi langkah 5 untuk cawan petri kedua, ketiga dan keempat, masing-masing menggunakan larutan dari tube 3 – 6.
7. Diamkan kultur pada suhu ruangan. Hitung jumlah CFU yang terbentuk.



Secara statistik, jumlah CFU yang baik untuk digunakan dalam menghitung jumlah sel adalah antara 30-300. Jika CFU terlalu banyak sehingga tidak dapat dibedakan secara jelas dan dihitung jumlahnya secara pasti, maka jumlah CFU dianggap lebih besar daripada 300.

Sumber : Olimpiade Sains Nasional (OSN) XIV, 2014

33. Pada penelitian tersebut, variabel terikat dan variabel bebas adalah...
 - a. *E.coli* Transforman dan *E.coli* non-transforman
 - b. *E.coli* Non-transforman dan *E.coli* transforman
 - c. Pertumbuhan *E.coli* dan medium pertumbuhan
 - d. Pertumbuhan *E.coli* dan kehadiran gen X**
 - e. Gen X dan pertumbuhan *E.coli*

34. Pukul berapa pengamatan koloni setelah inkubasi awal dan mengapa pengamatan dilakukan pada pukul tersebut....
 - a. 3 jam pertama karena waktu yang optimal untuk mengamati bentuk koloni
 - b. 5 jam pertama karena waktu yang optimal untuk mengamati bentuk koloni
 - c. 8 jam pertama karena waktu yang optimal untuk mengamati bentuk koloni**
 - d. 15 jam pertama karena mengamati koloni umur tua lebih jelas bentuknya
 - e. 24 jam pertama karena mengamati koloni umur tua lebih jelas bentuknya

35. Perhitungan koloni bakteri menggunakan satuan CFU (*colony forming unit*), yang dikatakan satu CFU adalah...
- a. **Setiap koloni bakteri pada medium padat yang jelas terpisah dari koloni lainnya**
 - b. Setiap koloni bakteri pada medium cair yang jelas terpisah dari koloni lainnya
 - c. Pada koloni yang membentuk lingkaran berderet dengan koloni lainnya
 - d. Pada koloni yang membentuk gumpalan besar pada medium padat
 - e. Pada koloni yang membentuk gumpalan kecil pada medium padat
36. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, berikut manakah pernyataan yang tidak benar terkait hasil penelitian tersebut?
- a. Cawan petri A Kultur *E.coli* non-transforman terbentuk lebih dari 300 CFU
 - b. **Cawan petri B Kultur *E.coli* transforman terbentuk lebih dari 300 CFU**
 - c. Pertumbuhan Koloni kultur *E.coli* non-transforman lebih banyak daripada koloni Kultur *E.coli* transforman
 - d. Kultur *E.coli* transforman terjadi mutasi genetik sehingga laju pertumbuhannya lebih rendah dari Kultur *E.coli* non-tranforman atau *wildtype*
 - e. Kultur *E.coli* transforman tidak mengalami pertumbuhan koloni pada pengenceran seri ke-5

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 37-40

Isolasi dan Identifikasi Bakteri Tanah

Seorang peneliti mengisolasi 6 bakteri tanah dan menganalisis peranan ke enam bakteri tersebut dalam proses siklus nitrogen. Ia menumbuhkan ke enam bakteri pada empat medium yang berbeda yaitu: kaldu pepton, kaldu ammonium, kaldu nitrit, dan kaldu nitrat. Setelah beberapa hari inkubasi dilakukan pengamatan dan uji kimia untuk melihat perubahan pada medium. Hasil percobaan dirangkum pada tabel di bawah ini.

Media pertumbuhan	Bakteri A	Bakteri B	Bakteri C	Bakteri D	Bakteri E	Bakteri F
Kaldu pepton	+, pH↑	+, pH↑	-	+, pH↑	-	+, pH↑
Kaldu ammonium	-	-	+, NO ₂	-	-	-
Kaldu nitrat*	+, gas	+	-	+	-	+, gas
Kaldu nitrit	-	-	-	-	+, NO ₃ ⁻	-

* = medium kaldu nitrat juga mengandung karbohidrat sebagai sumber karbon

+ = diamati pertumbuhan bakteri (medium lebih keruh)

- = tidak diamati pertumbuhan bakteri

pH↑ = pH medium meningkat

NO₂⁻ = uji nitrit +

NO₃⁻ = uji nitrat -

Gas = diamati kehadiran gas pada tabung durham yang diletakkan di dalam medium

Berdasarkan hasil uji di atas tentukan bakteri manakah yang termasuk ke dalam kelompok:

37. Bakteri nitrifikasi:

- Bakteri A, F
- Bakteri B, D
- Bakteri C, E**
- Bakteri A, B, D, F
- Bakteri C

38. Bakteri denitrifikasi:

- a. **Bakteri A, F**
- b. Bakteri B, D
- c. Bakteri C, E
- d. Bakteri A, B, D, F
- e. Bakteri C

39. Bakteri *Nitrosomonas* termasuk ke dalam kelompok yang sama dengan bakteri:

- a. Bakteri A, F
- b. Bakteri B, D
- c. Bakteri C, E
- d. Bakteri A, B, D, F
- e. **Bakteri C**

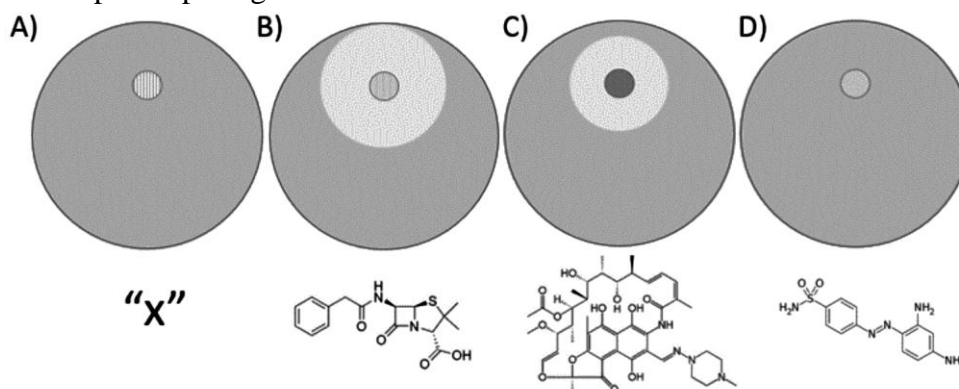
40. Jika dilihat media yang digunakan bermacam-macam kandungannya, hal tersebut diklasifikasikan berdasarkan...

- a. Rasa
- b. bentuk
- c. **susunan kimia**
- d. konsistensi
- e. warna

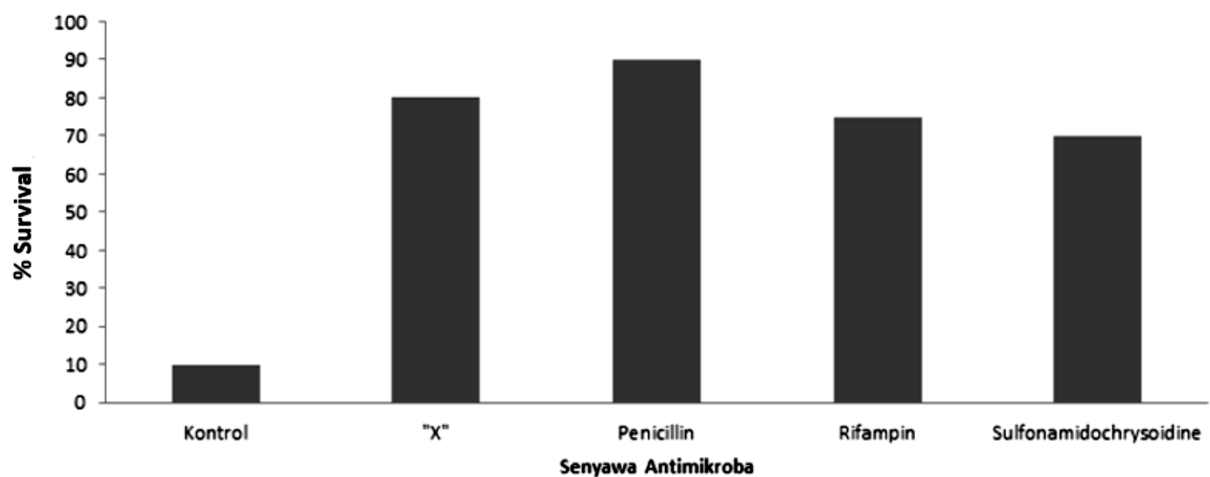
Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 41-42

Pengaruh Senyawa Antimikroba Terhadap Survabilitas Murine yang Terinfeksi *Streptococcus pyogenes* Strain 13

Peneliti yang sedang mencari obat baru untuk penyembuhan infeksi *Streptococcus pyogenes* strain 13 menemukan bahwa pemberian senyawa "X" pada murine (rodentia) yang terinfeksi dapat menurunkan tingkat kematian hewan uji tersebut akibat penyakit yang ditimbulkan. Peneliti tersebut kemudian membandingkan efek antimikroba senyawa "X" dengan beberapa senyawa antimikroba lainnya pada uji plate *Kirby-Bauer* dan "Challenge" test di hewan. Hasil kedua percobaan ditampilkan pada gambar di bawah ini.



E) Pengaruh Senyawa Antimikroba Terhadap Survabilitas Murine yang Terinfeksi *Streptococcus pyogenes* strain 13



Keterangan gambar:

Hasil plate *Kirby-Bauer* pengujian senyawa antimikroba yang berbeda (A-D, berturut-turut: senyawa X, penisilin, rifampin, sulfonamidochrysoidine) terhadap pembentukan zona hambat koloni *Streptococcus pyogenes* strain 13 dan hasil "challenge" test pemberian senyawa antimikroba pada hewan uji (E). Struktur kimia di bawah gambar AD menunjukkan rumus molekul dari masing-masing senyawa antimikroba.

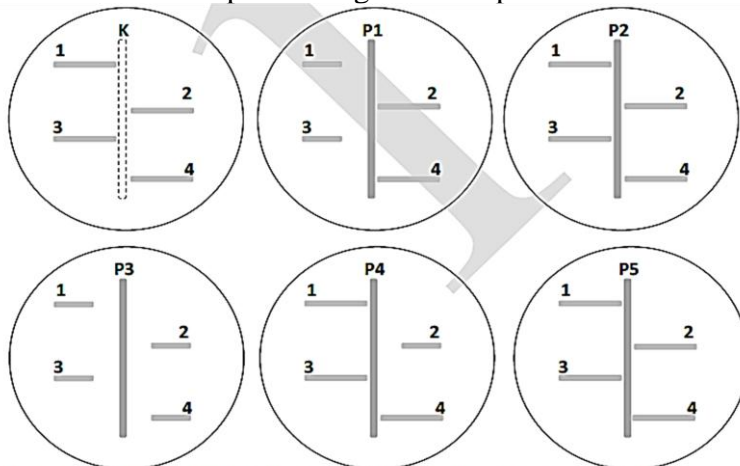
Menariknya, Pengujian sampel serum (*protein free*) dari murine yang diberikan senyawa X pada *plate Kirby-Bauer* menunjukkan kehadiran aktivitas anti mikroba sebagaimana sampel serum (*protein free*) dari murine yang diberikan Sulfonamidochrysoidine.

41. Bagaimana hasil penelitian pada uji *challenge test* pada penelitian pemberian senyawa antimikroba pada hewan uji tersebut adalah...
- Senyawa X tidak mampu memberikan ketahanan hidup Murine Rodentia yang terpapar bakteri *S.pyogenes* strain 13
 - Senyawa rifampin menunjukkan efek paling tinggi terhadap ketahanan hidup Murine Rodentia
 - Senyawa penicillin merupakan antimikroba yang paling berpotensi meningkatkan resisten bakteri *S.pyogenes* strain 13
 - Senyawa X memiliki kemampuan *survival rate* hewan uji terhadap bakteri *S.pyogenes* yang hasilnya mirip senyawa rifampin**
 - Senyawa Sulfonamidochrysoidine merupakan antimikroba yang paling berpotensi meningkatkan resisten bakteri *S.pyogenes* strain 13
42. Berdasarkan perbandingan hasil *Kirby-Bauer* dan *challenge test* diatas, manakah diantara pernyataan di bawah ini yang menurut anda paling tidak tepat untuk menjelaskan karakteristik senyawa X
- Senyawa X menghambat aktivitas faktor virulensi dari *S. pyogenes*.
 - Senyawa X kemungkinan mengalami pemrosesan/metabolisme di dalam menghasilkan produk yang bersifat antimikroba.
 - Senyawa X paling efektif menghambat aktivitas faktor virulensi dari *S. pyogenes***
 - Senyawa X menunjukkan kehadiran aktivitas anti mikroba sebagaimana sampel Sulfonamidochrysoidine.
 - Senyawa X memiliki kemampuan pengaruh *survival rate* Murine Rodentia lebih tinggi daripada rifampin

Perhatikan narasi dibawah ini untuk pertanyaan nomor 43-45

Pengaruh Bakteri Probiotik terhadap Bakteri Patogen pada Budidaya Udang

Lima bakteri berbeda diisolasi dari saluran pencernaan udang tertentu untuk kemudian diteliti potensinya sebagai kandidat probiotik bagi kultur budidaya udang tersebut. Salah satu aspek yang diteliti adalah kemampuan kelima bakteri dalam menurunkan patogenitas bakteri *Vibrio* sp. yang umum ditemukan sebagai agen utama penyebab penyakit pada udang. Dua percobaan berbeda dilakukan untuk menunjukkan aktivitas anti mikroba dan antivirulen dari kelima bakteri. Percobaan pertama adalah uji aktivitas anti mikroba. Kelima bakteri diuji pengaruhnya dalam menyebabkan kehadiran zona hambat pada bakteri uji dengan menggunakan metode *cross streak* pada media agar. Sedangkan percobaan kedua merupakan eksperimen klinis untuk menguji efek penambahan probiotik terhadap *survival rate* dari udang dalam kondisi dipaparkan/*challenge* dengan *Vibrio* sp. Dibawah ini ditampilkan diagram hasil percobaan *cross streak*:

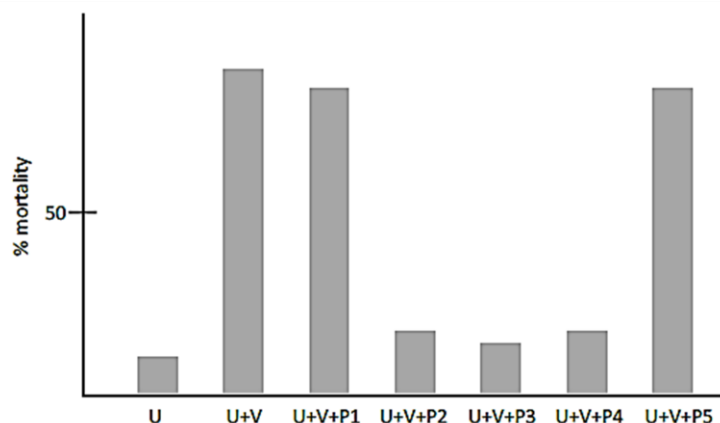


K = kontrol (diagram imajiner), P1-5 = kandidat probiotik 1-5, 1 = *Streptococcus* sp., 2 = *Vibrio* sp., 3 = *Listeria* sp., 4 = *Pseudomonas aeruginosa*

Keterangan :

K= kontrol (Diagram imajiner), P.1-5 = kandidat probiotik, garis nomor 1 - *Streptococcus* sp., 2-*Vibrio* sp., 3- *Listeria* sp., 4-*Pseudomonas aeruginosa*

Sedangkan grafik dibawah ini menunjukkan hasil percobaan uji *survival rate* dari larva udang setelah dikultivasi selama 5 hari.



Jenis perlakuan, U = kultur udang tanpa penambahan *Vibrio* sp dan kandidat probiotik, U+V = penambahan *Vibrio* sp, U+V+P1-5 = penambahan *Vibrio* sp dan kandidat probiotik 1-5

Sumber : soal olimpiade sains tingkat kabupaten/kota 2015

43. Bakteri atau kandidat probiotik manakah yang paling efektif menghambat pertumbuhan bakteri patogen ?
- P1
 - P2
 - P3**
 - P4
 - P5
44. Bakteri atau kandidat probiotik manakah yang kemungkinan memiliki kemampuan menghasilkan senyawa yang spesifik menghambat faktor virulensi dari *Vibrio* sp.?
- P1
 - P2
 - P3
 - P4**
 - P5
45. Rancangan penyelidikan empiris pada percobaan di atas yang paling tepat adalah....
- Pengamatan
 - Percobaan terkontrol**
 - Studi korelasi
 - Mengidentifikasi pola
 - Menguji hipotesis

Lampiran 3. Kunci Jawaban Instrumen Literasi Sains Mahasiswa

No	Kunci jawaban	No	Kunci jawaban
1	D	24	C
2	E	25	C
3	E	26	C
4	C	27	D
5	D	28	B
6	B	29	D
7	C	30	E
8	B	31	E
9	B	32	D
10	E	33	D
11	D	34	C
12	A	35	A
13	C	36	B
14	D	37	C
15	E	38	A
16	A	39	E
17	D	40	C
18	D	41	D
19	B	42	C
20	B	43	C
21	D	44	D
22	B	45	B
23	A		

Lampiran 4. Hasil Uji Validitas, Reabilitas, Daya Beda, Tingkat Kesukaran Soal Instrumen Tes Literasi Sains Mahasiswa

Di analisis menggunakan ANATES pilihan ganda versi 4.0.9

REKAP ANALISIS BUTIR (Materi Teori)

=====

Rata2= 31.31

Simpang Baku= 5.67

KorelasiXY= 0.65

Reliabilitas Tes= 0.79

Butir Soal= 45

Jumlah Subyek= 32

Nama berkas: D:\INTRUMENT FIX\UJICOBAN INSTRUMEN TEORIANANA

Btr Baru	Btr Asli	D.Pembeda(%)	T. Kesukaran	Korelasi	Sign. Korelasi
1	1	66.67	Sedang	0.595	Sangat Signifikan
2	2	11.11	Sangat Mudah	0.249	-
3	3	66.67	Sedang	0.469	Sangat Signifikan
4	4	33.33	Sangat Mudah	0.411	Sangat Signifikan
5	5	0.00	Sangat Mudah	0.210	-
6	6	22.22	Sedang	0.018	-
7	7	33.33	Mudah	0.518	Sangat Signifikan
8	8	11.11	Mudah	0.343	Signifikan
9	9	55.56	Mudah	0.558	Sangat Signifikan
10	10	11.11	Sangat Mudah	0.292	Signifikan
11	11	0.00	Sangat Mudah	NAN	NAN
12	12	11.11	Sangat Mudah	0.525	Sangat Signifikan
13	13	22.22	Sangat Mudah	0.422	Sangat Signifikan
14	14	33.33	Mudah	0.110	-
15	15	22.22	Sangat Mudah	0.547	Sangat Signifikan
16	16	11.11	Sangat Mudah	0.525	Sangat Signifikan

17	17	22.22	Mudah	0.214	-
18	18	66.67	Mudah	0.745	Sangat Signifikan
19	19	0.00	Sangat Mudah	0.038	-
20	20	77.78	Sedang	0.482	Sangat Signifikan
21	21	11.11	Sangat Sukar	0.376	Sangat Signifikan
22	22	33.33	Sukar	0.269	-
23	23	33.33	Sedang	0.125	-
24	24	22.22	Sangat Mudah	0.411	Sangat Signifikan
25	25	33.33	Mudah	0.410	Sangat Signifikan
26	26	11.11	Sangat Mudah	0.364	Sangat Signifikan
27	27	33.33	Sukar	0.401	Sangat Signifikan
28	28	33.33	Sangat Mudah	0.518	Sangat Signifikan
29	29	11.11	Sangat Mudah	0.153	-
30	30	-33.33	Mudah	0.010	-
31	31	44.44	Sedang	0.296	Signifikan
32	32	22.22	Sedang	0.106	-
33	33	11.11	Mudah	-0.038	-
34	34	11.11	Sangat Mudah	0.208	-
35	35	22.22	Sedang	0.354	Sangat Signifikan
36	36	55.56	Sedang	0.425	Sangat Signifikan
37	37	33.33	Sangat Sukar	0.443	Sangat Signifikan
38	38	22.22	Sedang	0.216	-
39	39	11.11	Sedang	0.159	-
40	40	0.00	Sangat Mudah	0.292	Signifikan
41	41	33.33	Mudah	0.515	Sangat Signifikan
42	42	22.22	Sangat Mudah	0.345	Signifikan
43	43	66.67	Sedang	0.576	Sangat Signifikan
44	44	55.56	Sedang	0.503	Sangat Signifikan
45	45	44.44	Sedang	0.373	Sangat Signifikan

REKAP ANALISIS BUTIR (Materi Praktikum)

=====

Rata2= 22.80

Simpang Baku= 5.84

KorelasiXY= 0.71

Reliabilitas Tes= 0.83

Butir Soal= 45

Jumlah Subyek= 25

Nama berkas: D:\INTRUMENT FIX\DATA INSTRUMEN PRAKTIKUM.ANA

Btr Baru	Btr Asli	D.Pembeda(%)	T. Kesukaran	Korelasi	Sign. Korelasi
1	1	14.29	Sangat Mudah	0.350	Signifikan
2	2	28.57	Mudah	0.210	-
3	3	14.29	Mudah	0.297	Signifikan
4	4	0.00	Sangat Mudah	-0.007	-
5	5	0.00	Mudah	0.118	-
6	6	28.57	Mudah	0.309	Signifikan
7	7	0.00	Sedang	0.110	-
8	8	42.86	Sedang	0.258	-
9	9	0.00	Mudah	-0.017	-
10	10	0.00	Sangat Mudah	-0.228	-
11	11	14.29	Sedang	0.265	-
12	12	28.57	Sangat Mudah	0.402	Sangat Signifikan
13	13	42.86	Sedang	0.090	-
14	14	28.57	Sedang	0.110	-
15	15	85.71	Sedang	0.566	Sangat Signifikan
16	16	0.00	Sedang	0.271	-
17	17	14.29	Mudah	0.259	-
18	18	0.00	Sukar	0.216	-
19	19	85.71	Mudah	0.601	Sangat Signifikan

20	20	57.14	Sedang	0.257	-
21	21	57.14	Sedang	0.314	Signifikan
22	22	14.29	Sedang	0.194	-
23	23	28.57	Sedang	0.132	-
24	24	71.43	Sedang	0.414	Sangat Signifikan
25	25	14.29	Sedang	0.279	Signifikan
26	26	42.86	Sedang	0.396	Sangat Signifikan
27	27	28.57	Sedang	0.264	-
28	28	57.14	Sedang	0.512	Sangat Signifikan
29	29	42.86	Sukar	0.385	Sangat Signifikan
30	30	28.57	Sangat Sukar	0.572	Sangat Signifikan
31	31	42.86	Sedang	0.341	Signifikan
32	32	71.43	Sukar	0.567	Sangat Signifikan
33	33	14.29	Sedang	0.087	-
34	34	42.86	Sedang	0.369	Sangat Signifikan
35	35	28.57	Sukar	0.364	Sangat Signifikan
36	36	14.29	Mudah	0.309	Signifikan
37	37	14.29	Sedang	0.279	Signifikan
38	38	14.29	Sukar	0.265	-
39	39	28.57	Sukar	0.385	Sangat Signifikan
40	40	28.57	Sukar	0.437	Sangat Signifikan
41	41	28.57	Sukar	0.462	Sangat Signifikan
42	42	14.29	Sukar	0.298	Signifikan
43	43	42.86	Sukar	0.489	Sangat Signifikan
44	44	14.29	Sedang	0.318	Signifikan
45	45	14.29	Sedang	0.128	-

Lampiran 5 Hasil Rekap Analisis Butir Soal Instrumen Literasi Sains yang digunakan ambil data (Materi teori dan Praktikum)

Rata-rata reabilitas :

Materi Teori : 0.79

Materi Praktikum : 0.83

Rata-rata : 0.81

Butir soal : 45

No butir	No butir asli	Daya pembeda %	Tingkat kesukaran	Validitas	Keterangan
1	1 teori	66.67	Sedang	0.595	Sangat signifikan
2	3 teori	66.67	Sedang	0.469	Sangat signifikan
3	4 teori	33.33	Sangat mudah	0.411	Sangat signifikan
4	8 teori	11.11	Mudah	0.343	Signifikan
5	9 teori	55.56	Mudah	0.558	Sangat signifikan
6	10 teori	11.11	Sangat mudah	0.30	Signifikan
7	13 teori	22.22	Sangat mudah	0.422	Sangat signifikan
8	15 teori	22.22	Sangat mudah	0.547	Sangat signifikan
9	16 teori	11.11	Sangat mudah	0.525	Sangat signifikan
10	18 teori	66.67	Mudah	0.745	Sangat signifikan
11	21 teori	11.11	Sangat sukar	0.376	Sangat signifikan
12	24 teori	22.22	Sangat mudah	0.411	Sangat signifikan
13	25 teori	33.33	Mudah	0.410	Sangat signifikan
14	26 teori	11.11	Sangat mudah	0.364	Sangat signifikan
15	27 teori	33.33	Sukar	0.401	Sangat signifikan
16	28 teori	33.33	Sangat mudah	0.518	Sangat signifikan
17	31 teori	44.44	Sedang	0.30	Signifikan
18	35 teori	22.22	Sedang	0.354	Sangat signifikan
19	36 teori	55.56	Sedang	0.425	Sangat signifikan
20	41 teori	33.33	Mudah	0.515	Sangat signifikan

21	42 teori	22.22	Sangat mudah	0.345	Signifikan
22	43 teori	66.67	Sedang	0.576	Sangat signifikan
23	44 teori	55.56	Sedang	0.503	Sangat signifikan
24	45 teori	44.44	Sedang	0.373	Sangat signifikan
25	1 praktikum	14.29	Sangat Mudah	0.350	Signifikan
26	3 praktikum	14.29	Mudah	0.297	Signifikan
27	6 praktikum	28.57	Mudah	0.309	Signifikan
28	12 praktikum	28.57	Sangat mudah	0.402	Sangat signifikan
29	15 raktikum	85.71	Sedang	0.566	Sangat signifikan
30	19 praktikum	85.71	Mudah	0.601	Sangat signifikan
31	21 praktikum	57.14	Sedang	0.314	Signifikan
32	24 praktikum	71.43	Sedang	0.414	Sangat signifikan
33	25 praktikikum	14.29	Sedang	0.279/0.30	Signifikan
34	26 praktikum	42.86	Sedang	0.396	Sangat signifikan
35	28 praktikum	57.14	Sedang	0.512	Sangat signifikan
36	30 praktikum	28.57	Sangat sukar	0.572	Sangat signifikan
37	31 praktikum	42.86	Sedang	0.341	Signifikan
38	32 praktikum	71.43	Sukar	0.567	Sangat signifikan
39	35 praktikum	28.57	Sukar	0.364	Sangat signifikan
40	36 praktikum	14.29	Mudah	0.309	Signifikan
41	39 praktikum	28.57	Sukar	0.385	Sangat signifikan
42	40 praktikum	28.57	Sukar	0.437	Sangat signifikan
43	41 praktikum	28.57	Sukar	0.462	Sangat signifikan
44	42 praktikum	14.29	Sukar	0.298	Signifikan
45	44 praktikum	14.29	Sedang	0.318	Signifikan

Lampiran 6. Daftar Responden Pengukuran Literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi

Nomor	Nama Lengkap	Rombel	Kode
1	Lailatun nisa'	Biologi 1 2018	NP1
2	Shovina Pradona	Biologi 1 2018	NP2
3	Herwiyana Muthia Sari	Biologi 1 2018	NP3
4	Diah Rahmawati	Biologi 1 2018	NP4
5	Nur Damayanti	Biologi 1 2018	NP5
6	Indrahayu Sukma Amelita	Biologi 1 2018	NP6
7	Nur Damayanti	Biologi 1 2018	NP7
8	Fitri Andiniyati	Biologi 1 2018	NP8
9	ANIK MALIKHANA	Biologi 1 2018	NP9
10	Khansa Irbah Ariedhea	Biologi 1 2018	NP10
11	SALSABILA MUMTAZ	Biologi 1 2018	NP11
12	ALIKA SHOBRINA HANIF	Biologi 1 2018	NP12
13	ISNAINI PUTRI	Biologi 1 2018	NP13
14	Alfira Arza	Biologi 1 2018	NP14
15	Isnaeni Karunia Annisa	Biologi 1 2018	NP15
16	SITI SULAIHA	Biologi 1 2018	NP16
17	Dewanta Yusuf Syarifudin Surya K.	Biologi 1 2018	NP17
18	UMI HANIAH M ZULFA	Biologi 1 2018	NP18
19	MUHAMMAD YUSUF ALFEIN	Biologi 1 2018	NP19
20	Juandra	Biologi 1 2018	NP20
21	Viani Tamial Vina Putri	Biologi 1 2018	NP21
22	Oktavia vina lestari	Biologi 1 2018	NP22
23	Afia Firna Wahida	Biologi 1 2018	NP23
24	Mutiarani Kartika Dewi	Biologi 1 2018	NP24
25	Tristiana Hidayatul Wahidah	Biologi 1 2018	NP25
26	RAFANELA	Biologi 1 2018	NP26
27	Laelatul afifah	Biologi 1 2018	NP27
28	Arvidhea Safira Gunawan	Biologi 1 2018	NP28
29	Ghani Walandipa	Biologi 1 2018	NP29
30	Tedy Irsyad	Biologi 1 2018	NP30
31	Al Istiqomah Min Alfi Salamah	Biologi 1 2018	NP31
32	Wahday Nailil Muna	Biologi 1 2018	NP32
33	Ulin Nasirotozahroh	Biologi 1 2018	NP33
34	RATU M K R	Biologi 1 2018	NP34
35	Weda Andini Sari	Biologi 1 2018	NP35
36	Ika Zalma N	Biologi 2 2018	NP36
37	Cindy Syaharani R	Biologi 2 2018	NP37

38	Uswatun Khasanah	Biologi 2 2018	NP38
39	Dwi Fiska Falisah	Biologi 2 2018	NP39
40	Afika khoiril ismaya	Biologi 2 2018	NP40
41	Sinta Kurnia Rahmawati	Biologi 2 2018	NP41
42	Roderikus Rayditya M	Biologi 2 2018	NP42
43	Putri Fannysa M	Biologi 2 2018	NP43
44	Syahrazad Nabilah	Biologi 2 2018	NP44
45	Friska Kurniawati	Biologi 2 2018	NP45
46	Laily Fatmawati	Biologi 2 2018	NP46
47	Dela Pradita	Biologi 2 2018	NP47
48	Ananda sekar Ayuningtyas	Biologi 2 2018	NP48
49	Nimas Catur Azkiyah	Biologi 2 2018	NP49
50	Azharu Alfi Hasani	Biologi 2 2018	NP50
51	Hilmi Umia Wigati	Biologi 2 2018	NP51
52	Aida Rahma Al Fitri	Biologi 2 2018	NP52
53	LARASATI ARUM ABADI	Biologi 2 2018	NP53
54	Ira Novianti	Biologi 2 2018	NP54
55	Anisya Nur Fatimah	Biologi 2 2018	NP55
56	LAILATUL FARIS ROSYIDAH	Biologi 2 2018	NP56
57	Maria Delastri	Biologi 2 2018	NP57
58	Nuryana Mahsunah	Biologi 2 2018	NP58
59	Martin sayekti	Biologi 2 2018	NP59
60	Siti Maulidiyyah Saharani	Biologi 2 2018	NP60
61	Rizka Dwi Kusumawati	Biologi 2 2018	NP61
62	Emi Handayani	Biologi 2 2018	NP62
63	Naura salsabila W P	Biologi 2 2018	NP63
64	Anggun Try S	Biologi 2 2018	NP64
65	Sholihatur rohmah	Biologi 2 2018	NP65
66	Retno Wulandari	Biologi 2 2018	NP66
67	Maduri Nur Balhis	Biologi 2 2018	NP67
68	AMBAR WIDIYAWATI LESTARI	Biologi 2 2018	NP68
69	Sindi Anna Asiska	Biologi 2 2018	NP69
70	Bekti Almas Ghossani	Biologi 2 2018	NP70
71	Agista Rahma Ditha	Biologi 2 2018	NP71
72	Alya Rizqi Nabilah	Biologi 2 2018	NP72
73	Arda Eriyahma	Pend.Biologi A 2019	P1
74	Riska Arifa Rahmadani	Pend. Biologi A 2019	P2
75	Winilistya Samosir	Pend. Biologi A 2019	P3
76	DIAH ASTRI MURNININGSIH	Pend. Biologi A 2019	P4
77	Siwi Pratiwi Prabandari	Pend. Biologi A 2019	P5

78	Diah Kusumawati	Pend. Biologi A 2019	P6
79	Khumairotul Khasanah	Pend. Biologi A 2019	P7
80	Nida'ul Khasanah	Pend. Biologi A 2019	P8
81	Khoirun Nisak	Pend. Biologi A 2019	P9
82	Syifa Zukhruf Asshoumy	Pend. Biologi A 2019	P10
83	Rahayu Kurnia Sari	Pend. Biologi A 2019	P11
84	Navika Cahyaning Elfiardi	Pend. Biologi A 2019	P12
85	Isnatul Mu'anissah	Pend. Biologi A 2019	P13
86	Dewi	Pend. Biologi A 2019	P14
87	Nindya Ajeng Mandasari	Pend. Biologi A 2019	P15
88	yasyinta zalza nabila	Pend. Biologi A 2019	P16
89	Wulandari	Pend. Biologi A 2019	P17
90	YULINA SEKAR ARUM	Pend. Biologi A 2019	P18
91	Natasya Khofifah Firdaus	Pend. Biologi A 2019	P19
92	Adisty Revi Herlina	Pend. Biologi A 2019	P20
93	Dyah Ayu Darmastuti	Pend. Biologi A 2019	P21
94	Listiyani Putri Azzahro	Pend. Biologi A 2019	P22
95	Sakia Maharani Dewi	Pend. Biologi A 2019	P23
96	Sisna Marvilia Ayuningrum	Pend. Biologi A 2019	P24
97	Risma Irfiyani	Pend. Biologi A 2019	P25
98	Wahyu Kunti Sundari	Pend. Biologi A 2019	P26
99	GITA FAROKA	Pend. Biologi A 2019	P27
100	Intan Wahyuni	Pend. Biologi B 2019	P28
101	Nadira Safira Abdul Latief	Pend. Biologi B 2019	P29
102	Erlina Saputri	Pend. Biologi B 2019	P30
103	Gani Dian Firdaus	Pend. Biologi B 2019	P31
104	Virgin Fortuna	Pend. Biologi B 2019	P32
105	Sevina Risti Utami	Pend. Biologi B 2019	P33
106	Citra Nur Anisah	Pend. Biologi B 2019	P34
107	Erika Rahmawati	Pend. Biologi B 2019	P35
108	Amrina Rosyada	Pend. Biologi B 2019	P36
109	ingghrid ranesti clarita hadi	Pend. Biologi B 2019	P37
110	Annisa Aqil Saputri	Pend. Biologi B 2019	P38
111	Nadia Syadza Izdiyar	Pend. Biologi B 2019	P39
112	Jannatun Naim	Pend. Biologi B 2019	P40
113	Fayca Febi Tiara	Pend. Biologi B 2019	P41
114	Heru Setiawan	Pend. Biologi B 2019	P42
115	Zahrotul yun	Pend. Biologi B 2019	P43
116	Nadia Arini Hidayati	Pend. Biologi B 2019	P44
117	Septiana Nugrahani	Pend. Biologi B 2019	P45
118	Marcelia Ardianti	Pend. Biologi B 2019	P46

119	Ferdiana rahmawati	Pend. Biologi B 2019	P47
120	Indri purwaningsih	Pend. Biologi B 2019	P48
121	Shelfany Nadyatama	Pend. Biologi B 2019	P49
122	Mila Afiatul Hikmah	Pend. Biologi B 2019	P50
123	Lia Febriana	Pend. Biologi B 2019	P51
124	Latifah Fauziyah	Pend. Biologi B 2019	P52
125	Shintia Khoirunnisa	Pend. Biologi B 2019	P53
126	Era Erlita	Pend. Biologi B 2019	P54
127	Zakiyatul Maghfiroh	Pend. Biologi B 2019	P55
128	Mayada Tafta Aunila	Pend. Biologi B 2019	P56
129	Lailatul Munasihah	Pend. Biologi B 2019	P57
130	Nazlafatin Hamida	Pend. Biologi B 2019	P58
131	M Yusuf I'thisom	Pend. Biologi B 2019	P59
132	Evi safira	Pend. Biologi B 2019	P60
133	Anisatul Latifah	Pend. Biologi B 2019	P61
134	Nurul Aini	Pend. Biologi B 2019	P62
135	Erisca Candra Setyana	Pend. Biologi B 2019	P63
136	Cindy Elvina Ratna Dewati	Pend. Biologi B 2019	P64
137	Syifa'ul khaqiqi	Pend. Biologi B 2019	P65
138	Millata Hanifa	Pend. Biologi B 2019	P66
139	Era Tunggal Prehatiningtias	Pend. Biologi B 2019	P67
140	Muh Rizqimaulana	Pend. Biologi C 2019	P68
141	Tri Wahyu Subekti	Pend. Biologi C 2019	P69
142	Eryka Oktaviana	Pend. Biologi C 2019	P70
143	Amriyah Ummi Ma'rifah	Pend. Biologi C 2019	P71
144	Siama Rahma Ardhini	Pend. Biologi C 2019	P72
145	Rizqi Maulana	Pend. Biologi C 2019	P73
146	Astri Suhartini	Pend. Biologi C 2019	P74
147	Naeli Qurrotu A'yun	Pend. Biologi C 2019	P75
148	Heru Ashari	Pend. Biologi C 2019	P76
149	Rena Nur Fadhilah	Pend. Biologi C 2019	P77
150	Umi Munichatul Hidayah	Pend. Biologi C 2019	P78
151	Nandita Putri RD	Pend. Biologi C 2019	P79
152	Suharni	Pend. Biologi C 2019	P80
153	Sarah Shabrina Fonda	Pend. Biologi C 2019	P81
154	Vaneyda Salsabilla Evanda Zenum	Pend. Biologi C 2019	P82
155	Khoirunnisa' Min Amrina Rosyada	Pend. Biologi C 2019	P83
156	Axioma Salsabila Aniq	Pend. Biologi C 2019	P84
157	Lisria Aprilia Cahyandari	Pend. Biologi C 2019	P85
158	CHINTYA ASTRI PERMATASARI	Pend. Biologi C 2019	P86

159	Helmalia Dewi Nurramadhanti	Pend. Biologi C 2019	P87
160	Isna Siti Rosita	Pend. Biologi C 2019	P88
161	intan armenia melati	Pend. Biologi C 2019	P89
162	Renti junianti	Pend. Biologi C 2019	P90
163	Pragiwati Setiana	Pend. Biologi C 2019	P91
164	Naimatus Sa'diyah	Pend. Biologi C 2019	P92
165	Dyah Siti Rohani	Pend. Biologi C 2019	P93
166	Frengki Saputro	Pend. Biologi C 2019	P94
167	Dhenita Wijyaningrum	Pend. Biologi C 2019	P95
168	Aprilia Resti Widiyati	Pend. Biologi C 2019	P96
169	Renita Damayanti	Pend. Biologi C 2019	P97
170	Adinda Hapsari	Pend. Biologi C 2019	P98
171	Maftuhatul Himmah	Pend. Biologi C 2019	P99
172	Misbakhul Anam Subaktiar	Pend. Biologi C 2019	P100
173	Widya Dwi Setyaningrum	Pend. Biologi C 2019	P101
174	laksmitha imanda	Pend. Biologi C 2019	P102
175	Nurjanah	Pend. Biologi C 2019	P103
176	Evita Dwi Oktaviani	Pend. Biologi C 2019	P104
177	Dela Aprilia Damayanti	Pend. Biologi C 2019	P105
178	Suci nur aini	Pend. Biologi C 2019	P106

Lampiran 7 Persentase Nilai Literasi Sains Mahasiswa pada Mata Kuliah Mikrobiologi pada Setiap Responden

Nomer	Kode	Skor	Total Skor	Persentase	Keterangan
1	NP1	230	450	51.11%	Kurang Sekali
2	NP2	320	450	71.11%	Cukup
3	NP3	320	450	71.11%	Cukup
4	NP4	280	450	62.22%	Cukup
5	NP5	260	450	57.78%	Kurang
6	NP6	350	450	77.78%	Baik
7	NP7	340	450	75.56%	Cukup
8	NP8	340	450	75.56%	Cukup
9	NP9	330	450	73.33%	Cukup
10	NP10	350	450	77.78%	Baik
11	NP11	350	450	77.78%	Baik
12	NP12	370	450	82.22%	Baik
13	NP13	350	450	77.78%	Baik
14	NP14	370	450	82.22%	Baik
15	NP15	290	450	64.44%	Cukup
16	NP16	370	450	82.22%	Baik
17	NP17	370	450	82.22%	Baik
18	NP18	320	450	71.11%	Cukup
19	NP19	320	450	71.11%	Cukup
20	NP20	310	450	68.89%	Cukup
21	NP21	370	450	82.22%	Baik
22	NP22	410	450	91.11%	Sangat Baik
23	NP23	390	450	86.67%	Baik
24	NP24	390	450	86.67%	Baik
25	NP25	380	450	84.44%	Baik
26	NP26	410	450	91.11%	Sangat Baik
27	NP27	340	450	75.56%	Cukup
28	NP28	360	450	80.00%	Baik
29	NP29	400	450	88.89%	Sangat Baik
30	NP30	410	450	91.11%	Sangat Baik
31	NP31	400	450	88.89%	Sangat Baik
32	NP32	390	450	86.67%	Baik
33	NP33	390	450	86.67%	Baik
34	NP34	420	450	93.33%	Sangat Baik
35	NP35	380	450	84.44%	Baik
36	NP36	280	450	62.22%	Cukup
37	NP37	280	450	62.22%	Cukup

38	NP38	310	450	68.89%	Cukup
39	NP39	370	450	82.22%	Baik
40	NP40	310	450	68.89%	Cukup
41	NP41	310	450	68.89%	Cukup
42	NP42	280	450	62.22%	Cukup
43	NP43	320	450	71.11%	Cukup
44	NP44	350	450	77.78%	Baik
45	NP45	340	450	75.56%	Cukup
46	NP46	320	450	71.11%	Cukup
47	NP47	270	450	60.00%	Kurang
48	NP48	280	450	62.22%	Cukup
49	NP49	360	450	80.00%	Baik
50	NP50	300	450	66.67%	Cukup
51	NP51	350	450	77.78%	Baik
52	NP52	310	450	68.89%	Cukup
53	NP53	320	450	71.11%	Cukup
54	NP54	320	450	71.11%	Cukup
55	NP55	310	450	68.89%	Cukup
56	NP56	300	450	66.67%	Cukup
57	NP57	110	450	24.44%	Kurang Sekali
58	NP58	250	450	55.56%	Kurang
59	NP59	280	450	62.22%	Cukup
60	NP60	360	450	80.00%	Baik
61	NP61	350	450	77.78%	Baik
62	NP62	340	450	75.56%	Cukup
63	NP63	210	450	46.67%	Kurang Sekali
64	NP64	130	450	28.89%	Kurang Sekali
65	NP65	330	450	73.33%	Cukup
66	NP66	230	450	51.11%	Kurang Sekali
67	NP67	320	450	71.11%	Cukup
68	NP68	350	450	77.78%	Baik
69	NP69	360	450	80.00%	Baik
70	NP70	300	450	66.67%	Cukup
71	NP71	280	450	62.22%	Cukup
72	NP72	250	450	55.56%	Kurang
73	P1	310	450	68.89%	Cukup
74	P2	330	450	73.33%	Cukup
75	P3	350	450	77.78%	Baik
76	P4	380	450	84.44%	Baik
77	P5	370	450	82.22%	Baik
78	P6	370	450	82.22%	Baik

79	P7	370	450	82.22%	Baik
80	P8	290	450	64.44%	Cukup
81	P9	350	450	77.78%	Baik
82	P10	350	450	77.78%	Baik
83	P11	320	450	71.11%	Cukup
84	P12	330	450	73.33%	Cukup
85	P13	390	450	86.67%	Baik
86	P14	400	450	88.89%	Sangat Baik
87	P15	400	450	88.89%	Sangat Baik
88	P16	310	450	68.89%	Cukup
89	P17	380	450	84.44%	Baik
90	P18	340	450	75.56%	Cukup
91	P19	300	450	66.67%	Cukup
92	P20	400	450	88.89%	Sangat Baik
93	P21	310	450	68.89%	Cukup
94	P22	340	450	75.56%	Cukup
95	P23	380	450	84.44%	Baik
96	P24	400	450	88.89%	Sangat Baik
97	P25	400	450	88.89%	Sangat Baik
98	P26	320	450	71.11%	Cukup
99	P27	370	450	82.22%	Baik
100	P28	270	450	60.00%	Kurang
101	P29	370	450	82.22%	Baik
102	P30	330	450	73.33%	Cukup
103	P31	300	450	66.67%	Cukup
104	P32	290	450	64.44%	Cukup
105	P33	330	450	73.33%	Cukup
106	P34	260	450	57.78%	Kurang
107	P35	300	450	66.67%	Cukup
108	P36	350	450	77.78%	Baik
109	P37	360	450	80.00%	Baik
110	P38	360	450	80.00%	Baik
111	P39	360	450	80.00%	Baik
112	P40	310	450	68.89%	Cukup
113	P41	310	450	68.89%	Cukup
114	P42	300	450	66.67%	Cukup
115	P43	330	450	73.33%	Cukup
116	P44	280	450	62.22%	Cukup
117	P45	370	450	82.22%	Baik
118	P46	360	450	80.00%	Baik
119	P47	270	450	60.00%	Kurang

120	P48	270	450	60.00%	Kurang
121	P49	280	450	62.22%	Cukup
122	P50	310	450	68.89%	Cukup
123	P51	310	450	68.89%	Cukup
124	P52	330	450	73.33%	Cukup
125	P53	350	450	77.78%	Baik
126	P54	210	450	46.67%	Kurang Sekali
127	P55	300	450	66.67%	Cukup
128	P56	270	450	60.00%	Kurang
129	P57	180	450	40.00%	Kurang Sekali
130	P58	260	450	57.78%	Kurang
131	P59	310	450	68.89%	Cukup
132	P60	160	450	35.56%	Kurang Sekali
133	P61	220	450	48.89%	Kurang Sekali
134	P62	260	450	57.78%	Kurang
135	P63	310	450	68.89%	Cukup
136	P64	280	450	62.22%	Cukup
137	P65	280	450	62.22%	Cukup
138	P66	280	450	62.22%	Cukup
139	P67	230	450	51.11%	Kurang Sekali
140	P68	300	450	66.67%	Cukup
141	P69	280	450	62.22%	Cukup
142	P70	290	450	64.44%	Cukup
143	P71	300	450	66.67%	Cukup
144	P72	310	450	68.89%	Cukup
145	P73	280	450	62.22%	Cukup
146	P74	340	450	75.56%	Cukup
147	P75	190	450	42.22%	Kurang Sekali
148	P76	200	450	44.44%	Kurang Sekali
149	P77	240	450	53.33%	Kurang Sekali
150	P78	330	450	73.33%	Cukup
151	P79	250	450	55.56%	Kurang
152	P80	350	450	77.78%	Baik
153	P81	250	450	55.56%	Kurang
154	P82	330	450	73.33%	Cukup
155	P83	340	450	75.56%	Cukup
156	P84	310	450	68.89%	Cukup
157	P85	330	450	73.33%	Cukup
158	P86	330	450	73.33%	Cukup
159	P87	200	450	44.44%	Kurang Sekali
160	P88	310	450	68.89%	Cukup

161	P89	330	450	73.33%	Cukup
162	P90	340	450	75.56%	Cukup
163	P91	350	450	77.78%	Baik
164	P92	290	450	64.44%	Cukup
165	P93	360	450	80.00%	Baik
166	P94	270	450	60.00%	Kurang
167	P95	320	450	71.11%	Cukup
168	P96	280	450	62.22%	Cukup
169	P97	220	450	48.89%	Kurang Sekali
170	P98	340	450	75.56%	Cukup
171	P99	320	450	71.11%	Cukup
172	P100	220	450	48.89%	Kurang Sekali
173	P101	270	450	60.00%	Kurang
174	P102	210	450	46.67%	Kurang Sekali
175	P103	270	450	60.00%	Kurang
176	P104	290	450	64.44%	Cukup
177	P105	320	450	71.11%	Cukup
178	P106	290	450	64.44%	Cukup

Lampiran 8 Tabel Persentase Mahasiswa yang Menjawab Benar pada Setiap Butir Soal

No. Soal	N	%	No. Soal	N	%
1	172	96.63%	24	105	58.99%
2	165	92.70%	25	162	91.01%
3	163	91.57%	26	162	91.01%
4	160	89.33%	27	136	76.40%
5	159	89.33%	28	140	78.65%
6	173	97.19%	29	119	66.85%
7	169	94.94%	30	145	81.46%
8	158	88.76%	31	102	57.30%
9	174	97.75%	32	94	52.81%
10	135	75.84%	33	112	62.92%
11	29	16.29%	34	136	76.40%
12	176	98.88%	35	150	84.27%
13	167	93.82%	36	84	47.19%
14	169	94.94%	37	82	46.07%
15	71	39.89%	38	82	46.07%
16	169	94.94%	39	64	35.96%
17	90	50.56%	40	154	86.52%
18	126	70.79%	41	58	32.58%
19	102	57.30%	42	71	39.89%
20	166	93.26%	43	82	46.97%
21	162	91.01%	44	35	19.66%
22	95	53.37%	45	73	41.01%
23	129	72.47%			
Rata-Rata					70.25%
Keterangan					Cukup

**Lampiran 9. Persentase Literasi
Sains Mikrobiologi Aspek
Pengetahuan**

1. Pengetahuan Konten

No.soal	N	%
1	172	96.63%
2	165	92.70%
3	163	91.57%
17	90	50.56%
19	102	57.30%
8	158	88.76%
14	169	94.94%
25	162	58.99%
35	150	84.27%
5	159	89.33%
12	176	98.88%
23	129	72.47%
26	162	91.01%
7	169	94.94%
10	135	75.84%
16	169	94.94%
Rata-rata		83.32%
		Ket :Baik

2. Pengetahuan Prosedural

No. soal	N	%
33	112	62.92%
45	73	41.01%
36	84	47.19%
27	136	76.40%
28	140	78.65%
29	119	66.85%
30	145	81.46%
32	94	52.81%
41	58	32.58%
42	71	39.89%
11	29	16.29%
18	126	70.79%
37	82	46.07%
38	82	46.07%
39	64	35.96%
40	154	86.52%
43	82	46.97%
44	35	19.66%
Rata-rata		52.67%
		Ket : Kurang Sekali

3. Pengetahuan Epistemik

No. soal Epistemik	N	%
15	71	39.89%
6	173	97.19%
9	174	97.75%
34	136	76.40%
20	166	93.26%
21	162	91.01%
22	95	53.37%
24	105	58.99%
4	160	89.33%
13	167	93.82%
31	102	57.30%
Rata-rata		77.12%
		Ket : Baik

Lampiran 10. Presentasi Literasi Sains mikrobiologi Aspek Konteks

1. Konteks Personal

No. Konteks personal	N	%
1	172	96.63%
2	165	92.70%
3	163	91.57%
4	160	89.89%
5	159	89.33%
7	169	94.94%
10	135	75.84%
23	129	72.47%
24	105	58.99%
26	162	91.01%
27	136	76.40%
28	140	78.65%
29	119	66.85%
32	94	52.81%
37	82	46.07%
38	82	46.07%
39	64	35.96%
36	84	47.19%
33	112	62.92%
34	136	76.40%
35	150	84.27%
36	84	47.19%
40	154	86.52%
Rata-rata		72.20% Ket: cukup

2. Konteks lokal/nasional

No. konteks lokal	N	%
11	29	16.29%
14	169	94.94%
16	169	94.94%
18	126	70.79%
22	95	53.37%
30	145	81.46%
9	174	97.75%
12	176	98.88%
13	167	93.82%
15	71	39.89%
17	90	50.56%
25	162	91.01%
Rata-rata		73.23% Ket: cukup

3. Konteks Global

No. konteks global	N	%
6	173	97.19%
8	158	88.76%
19	102	57.30%
20	166	93.26%
21	162	91.01%
31	102	57.30%
41	58	32.58%
42	71	39.89%
43	82	46.97%
44	35	19.66%
Rata - rata		62.39% Ket: Cukup

Lampiran 11. Persentase Literasi Sains Mahasiswa Aspek Kompetensi

1. Indikator kompetensi menjelaskan fenomena ilmiah

Sub indikator	No.soal	N	%
1.1 mengingat dan mengaplikasikan pengetahuan saintifik yang tepat	1	172	96.63%
	2	165	92.70%
	3	163	91.57%
	15	71	39.89%
	17	90	50.56%
	19	102	57.30%
Rata - rata			71.44%
1.2 menjelaskan implikasi potensial dari pengetahuan sains untuk masyarakat	6	173	97.19%
	8	158	88.76%
	9	174	97.75%
	14	169	94.94%
Rata - rata			94.66%
1.3 membuat dan menentukan prediksi yang sesuai	25	162	91.01%
	33	112	62.92%
	34	136	76.40%
	35	150	84.27%
	45	73	41.01%
	36	84	47.19%
Rata – rata			67.13%
Rata -rata keseluruhan			77.75%
			Ket : Baik

2. Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah

Sub indikator	No.soal.	N	%
2.1 menjelaskan dan mengevaluasi berbagai cara ilmuwan untuk memastikan data yang riabel, objektif dan penjelasan yang dapat digeneralisasikan	5	159	89.33%
	12	176	98.88%
	20	166	93.26%
	21	162	91.01%
	24	105	58.99%
	22	95	53.37%
	23	129	72.47%
Rata-rata			79.62%
2.2 mengidentifikasi pertanyaan yang dapat diselidiki secara ilmiah	26	162	91.01%
	27	136	76.40%
	28	140	78.65%
	29	119	66.85%
	30	145	81.46%
	32	94	52.81%
	41	58	32.58%
	42	71	39.89%
Rata -rata			64.89%
Rata-rata keseluruhan			72.29%
			Ket : cukup

3. Interpretasi Data dan Memberikan Bukti Ilmiah

Sub indikator	No. soal	N	%
3.1 mengubah data dari satu bentuk ke bentuk lainnya	11	29	16.29%
	18	126	70.79%
Rata -rata			43.54%
3.2 identifikasi asumsi, bukti dan alasan dalam tesks sains	4	160	89.33%
	7	169	94.94%
	10	135	75.84%
	13	167	93.82%
	16	169	94.94%
Rata-rata			89.77%
3.3 menganalisis dan menginterpretasikan data dan menggambarkan kesimpulan yang tepat	31	102	57.30%
	37	82	46.07%
	38	82	46.07%
	39	64	35.96%
	40	154	86.52%
	43	82	46.97%
	44	35	19.66%
Rata-rata			48.36%
Rata – rata keseluruhan			60.56%
			Ket : cukup

Lampiran 12. Lembar Angket Respon Mahasiswa

ANGKET RESPON MAHASISWA TERHADAP PEMBELAJARAN DARING MIKROBIOLOGI PADA SEMESTER GENAP 2019/2020

Responden Yth,

Angket ini diajukan oleh peneliti sebagai data dukung dalam penelitian literasi sains mahasiswa pada mata kuliah mikrobiologi. Demi tercapainya hasil hasil yang diinginkan, dimohon adik-adik untuk berpartisipasi dengan mengisi angket ini secara lengkap. Perlu saya informasikan bahwa tidak ada yang dinilai benar atau salah, pilih sesuai dengan apa yang anda ketahui atau rasakan. Akhir kata saya ucapkan banyak terima kasih atas perkenan adik-adik berpartisipasi dalam survei ini.

Nama :

NIM :

Berikan tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan jawaban anda

Keterangan :

STS : Sangat Tidak Setuju

TS : Tidak Setuju

S : Setuju

SS : Sangat Setuju

No	Pernyataan	STS	TS	S	SS
1.	Perkuliahan daring lebih efektif dari pada perkuliahan tatap muka	50 29.8%	103 61.3%	12 7.1%	3 1.8%
2.	Saya senang kuliah daring dari pada perkuliahan tatap muka	30 17.9%	109 64.9%	26 15.5%	3 1.8%
3.	Perkuliahan daring membuat saya lebih teliti dan berpikir kritis	29 17.3%	80 47.6%	54 32.1%	5 3%
4.	perkuliahan daring membuat saya lebih rajin membaca	11 6.5%	60 35.7%	86 51.2%	11 6.5%
5.	Praktikum daring lebih efektif dari pada praktikum tatap muka	93	69	4	2

		55.4%	41.1%	2.4%	1.2%
6.	Saya senang praktikum daring dari pada praktikum tatap muka	72 42.9%	83 49.4%	13 7.7%	0 0%
7.	Saya menggunakan sumber artikel ilmiah sebagai sumber informasi	1 0.6%	9 5.4%	112 66.7%	46 27.4%
8.	Saya masih menggunakan sumber blog sebagai sumber informasi saya	9 5.4%	54 32.1%	98 58.4%	7 4.2%
9.	Perkuliahan mikrobiologi secara daring meningkatkan minat baca saya berkaitan fenomena dan isu terkait mikroorganisme	5 3%	55 32.7%	98 58.3%	10 6%
10.	Perkuliahan mikrobiologi secara daring membuat saya lebih selektif mengenai informasi yang beredar terkait isu yang berhubungan dengan mikroorganisme	6 3.6%	42 25%	103 61.3%	17 10.1%
11.	Perkuliahan mikrobiologi membuka wawasan global mengenai isu mikroorganisme berdampak dalam kehidupan sehari-hari	0 0%	11 6.5%	117 69.6%	40 23.8%
12.	Perkuliahan dan praktikum mikrobiologi mendorong saya menemukan ide-ide baru	2 1.2%	44 26.2%	101 60.1%	21 12.5%
13.	Belajar mikrobiologi meningkatkan kesadaran saya terhadap lingkungan, kesehatan dan alam semesta	1 0.6%	5 3%	91 54.2%	71 41.3%
14.	Saya memiliki keterampilan sains melalui praktikum mikrobiologi secara daring	14 8.3%	107 63.7%	45 26.8%	2 1.2%
15.	Belajar mikrobiologi secara daring membuat saya lebih memahami materi	41 24.4%	105 62.5%	20 11.9%	2 1.3%
16.	Belajar mikrobiologi membuat saya lebih responsif terhadap permasalahan sekitar terkait mikroorganisme	3 1.8%	25 14.9%	112 66.7%	28 16.7%
17.	Saya lebih aktif mengemukakan pendapat saya, saat belajar mikrobiologi secara daring daripada belajar tatap muka	13 7.7%	57 33.9%	81 48.2%	17 10.1%

18.	Belajar mikrobiologi secara daring dapat mengeksplorasi diri saya sendiri	10 6%	71 42.3%	83 49.4%	4 2.4%
19.	Belajar mikrobiologi secara daring membuat saya lebih aktif dalam belajar	12 7.1%	96 57.1%	59 36.1%	1 0.6%
20.	Belajar mikrobiologi secara daring membuat saya lebih malas belajar	15 8.9%	64 38.1%	77 45.8%	12 7.1%
21.	Perkuliahan mikrobiologi secara daring membuat saya mampu menjelaskan fenomena ilmiah yang terkait dengan mikroorganisme	3 1.8%	80 47.6%	81 48.2%	4 2.4%
22.	Perkuliahan dan praktikum mikrobiologi secara daring membuat saya mampu mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah mengenai mikroorganisme	8 4.8%	110 65.5%	46 27.4%	4 2.4%
23.	Perkuliahan mikrobiologi secara daring saya mampu menarik informasi ilmiah sebagai data dan mampu menginterpretasikannya dalam bentuk laporan	5 3%	55 32.7%	101 60.1%	7 4.2%

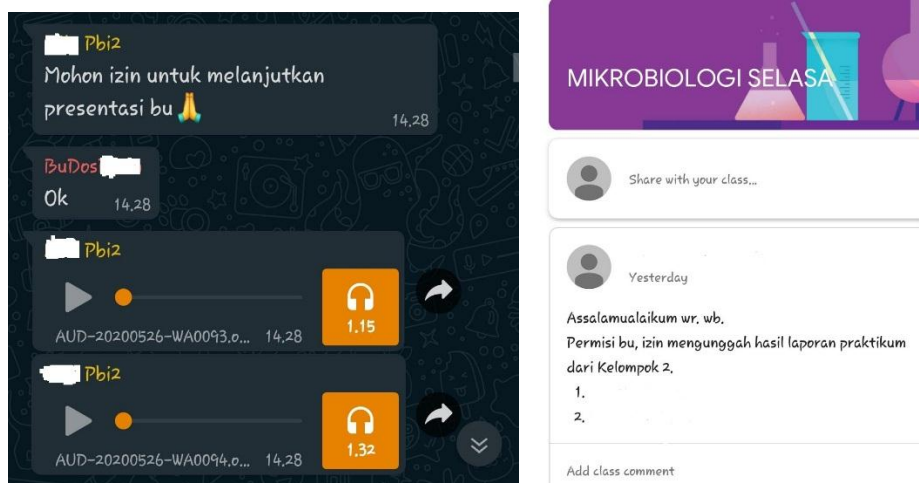
Catatan umum :

.....

Lampiran 13. Dokumentasi Observasi Perkuliahan secara Daring

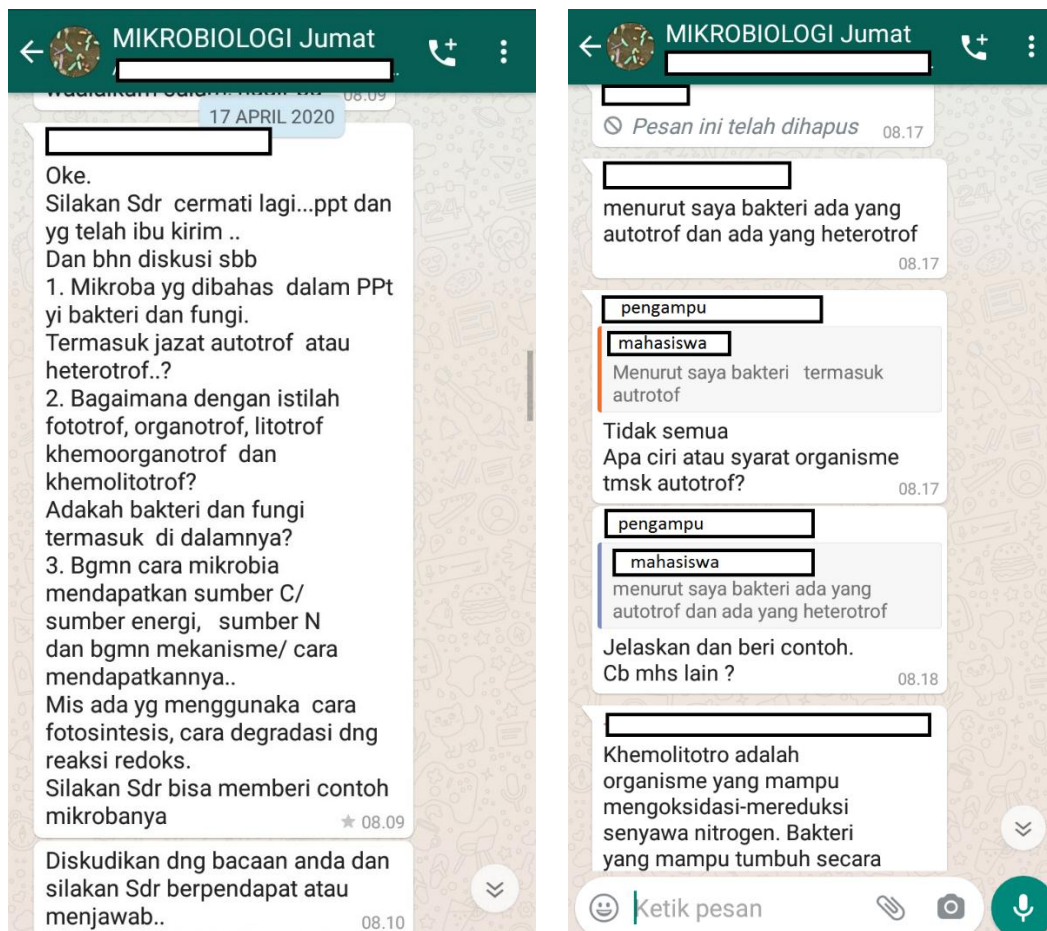


Gambar 1. Contoh kegiatan perkuliahan daring dengan observasi lingkungan sekitar

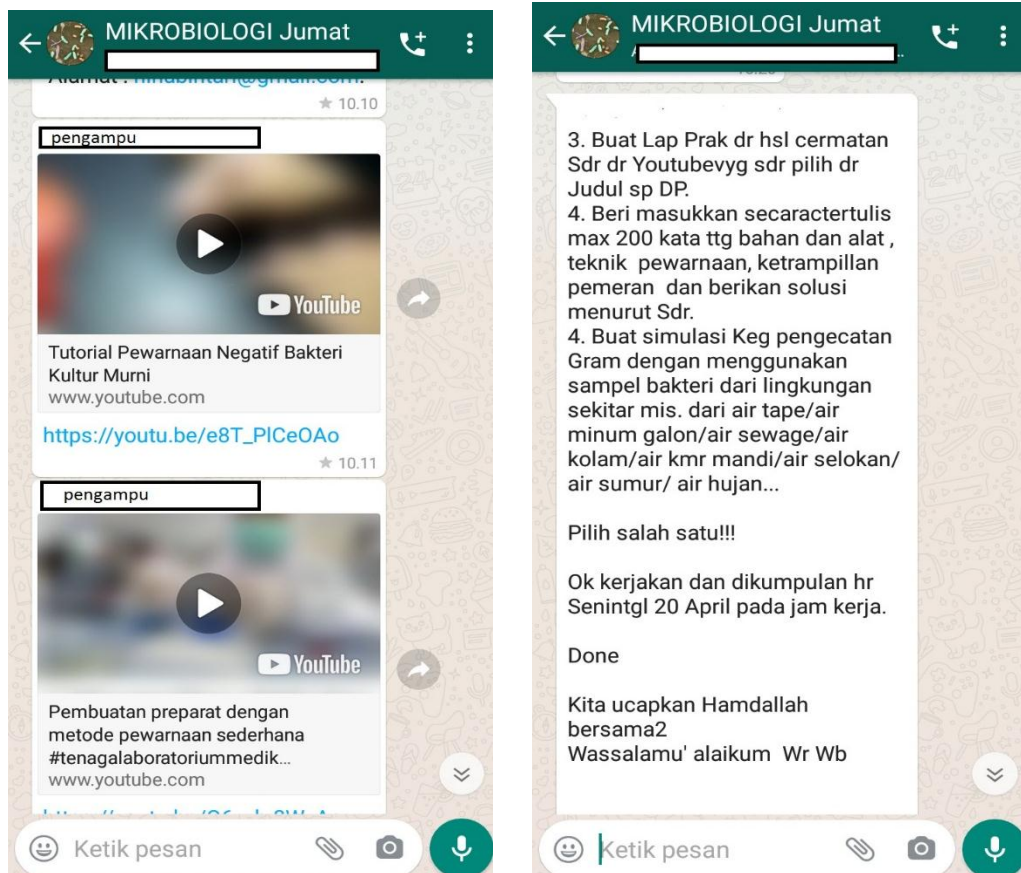


Gambar 2. a) kegiatan presentasi secara daring

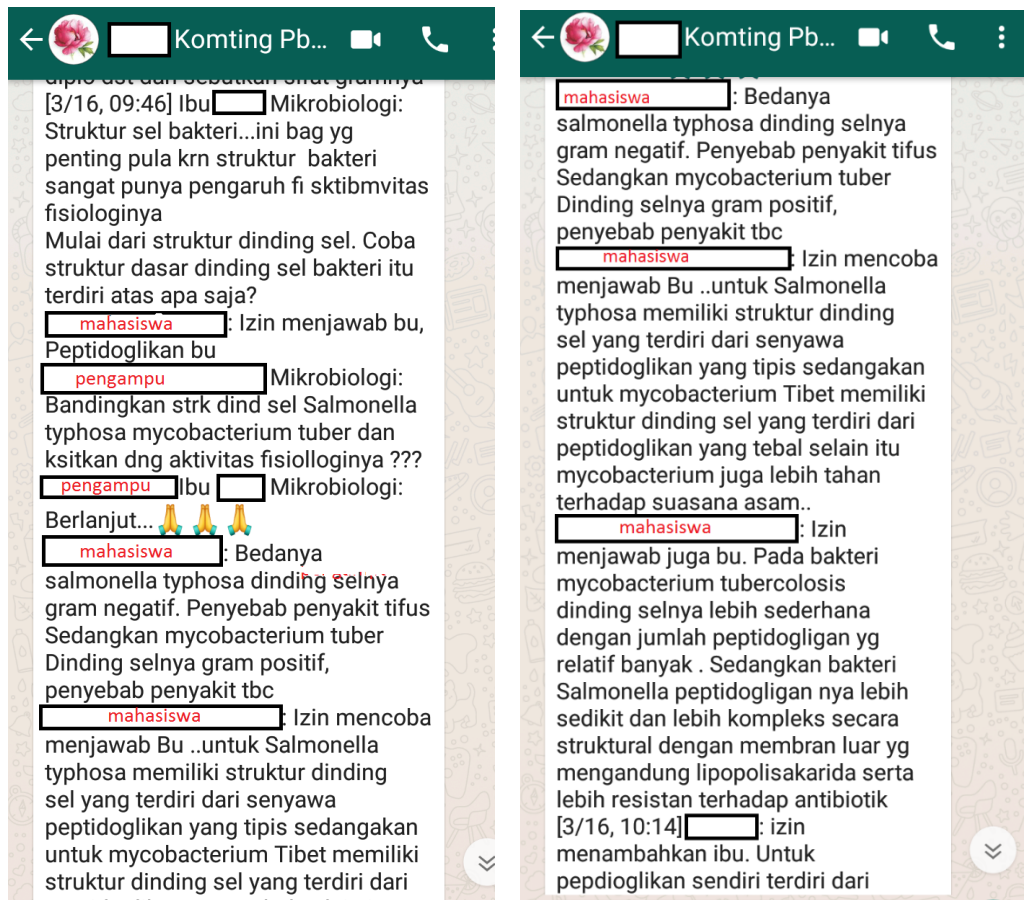
b) Google Classroom sebagai media pembelajaran mengumpulkan tugas



Gambar 3. Kegiatan diskusi perkuliahan daring materi sumber energi pada mikroorganisme bakteri



Gambar 4. Kegiatan praktikum secara daring mengamati video tutorial melalui *youtube* dan membuat laporan secara *soft file*



Gambar 5. Perkuliahan daring melalui diskusi terkait struktur dinding sel bakteri

Lampiran 14. Dokumentasi Observasi Perkuliahan secara langsung



Gambar 1. Observasi Langsung Perkuliahan Mata kuliah Mikrobiologi



Gambar 2. Observasi Langsung Perkuliahan Mata kuliah Mikrobiologi